

# **JAKOKESKUKSEN STANDARDINMUKAINEN TESTAUS**

Antti Nieminen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2013  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka  
Tampereen ammattikorkeakoulu

**TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

NIEMINEN, ANTTI:  
Jakokeskuksen standardinmukainen testaus

Opinnäytetyö 52 sivua  
Huhtikuu 2013

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä esiselvitys jakokeskuksen valmistusvaiheessa huomioitavasta normistosta liiketoimintasuunnitelman pohjaksi. Työssä on käsitelty jakokeskuksen suunnittelussa ja kokoonpanossa huomioitavia rakenteellisia ja sähköisiä ratkaisuja sekä testausvaiheessa tarkasteltavia asioita.

Jakokeskusten rakennetta ja testausta ohjaa eurooppalainen standardisarja SFS-EN 60439. Standardisarja jakaa jakokeskukset tyyppitestattuihin ja osittain tyyppitestattuihin keskuksiin. Standardisarja korvataan SFS-EN 61439 -standardisarjalla vuoden 2014 aikana.

Euroopan talousalueen yhtäläiset turvallisuusvaatimukset sähkölaitteiden turvallisuudelle edellyttävät, että laitteet eivät saa aiheuttaa vaaraa ihmisten terveydelle, ympäristölle tai omaisuudelle. Ensisijainen vastuu sähkölaitteiden turvallisuudesta on valmistajilla ja maahantuojilla. Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan vastuu on jokaisella sähkölaitteen luovuttajalla. Vastuu koskee valmistajaa, tukkumyyntiporrasta sekä vähittäiskauppaa aina kirpputorimyyjään asti.

---

Asiasanat: jakokeskuksen testaus, standardinmukainen

## **ABSTRACT OF THESIS**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Electrical Engineering  
Option of Building Services Engineering

NIEMINEN, ANTTI:

Testing of the distribution board according to the standard

Bachelor's thesis 52 pages

April 2013

---

Purpose of this thesis was to investigate legislation of the distribution board manufacturing and testing. The thesis deals with the structural and electronic solutions, which have to take into account when the distribution boards are designed, assembled and tested.

European standard series SFS-EN 60439 controls manufacturing and testing of distribution boards. Distribution boards are divided to type tested and partially type tested distribution boards. The new standard kit SFS-EN 61439 replaces old standard series during the year 2014.

The European Economic Area's equal safety requirements of electrical equipments require that the devices are not allowed to cause any danger to human health, the environment or property. The primary responsibility for the safety of electrical equipment lies on manufacturers and importers. According to the Electrical Safety Act (410/1996), the responsibility always lies with party who donates the electrical equipment. Responsibility concerns sellers, product manufacturers and even flea market vendors.

---

Keywords: testing of the distribution, standard

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	7
2 STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET .....	8
2.1. Jakokeskus .....	8
2.2. Velvoittavat standardit ja määräykset .....	9
2.4. Uusi standardisarja SFS-EN 61 439.....	10
3 JAKOKESKUKSEN RAKENNE.....	11
3.1. Keskukselta annettavat tiedot .....	11
3.1.1 Tunnistaminen.....	12
3.1.1 Erillis-dokumentaatio .....	14
3.2 Jakokeskuksen materiaalit.....	14
3.3. Kotelointi ja kotelointiluokka .....	15
3.4. Suojaus sähköiskulta .....	17
3.5. Oikosulkusuojaus ja oikosulunkestävyys.....	19
3.5.1 Eri oikosulkuvirrat .....	19
3.6. Keskukseseen asennettavat kytkinlaitteet ja komponentit .....	20
3.7. Ulkoisten johtojen liittimet .....	22
3.8. Keskuksen sisäinen osastointi .....	22
3.9. Keskuksen kiskojen ja johtimien sähköiset liitännät .....	23
3.10. Elektroniikkalaitteiden syöttöpiirien vaatimukset.....	24
3.11. Sähkömagneettinen yhteensopivuus .....	26
3.12 Asennusjärjestelyt .....	27
5 JAKOKESKUKSEN STANDARDINMUKAINEN TARKASTUS .....	28
5.1. Jakokeskukselle suoritettavat testit .....	28
5.2. Lämpenemistesti .....	29
5.2.1 Testin taustat .....	29
5.2.1 Testin suorittaminen.....	31
5.3 Jännitetestit.....	31
5.4. Oikosulun kestävyys testaus .....	32
5.4.1 Testin taustat .....	32
5.4.2. Testien suorittaminen yleisesti .....	33
5.4.2. Pääpiirin testaus .....	35
5.5. Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkastaminen .....	37
5.5.1 Testin taustaa.....	37
5.5.2 Testin suorittaminen.....	38
5.6. Ilma- ja pintavälien tarkastus .....	38
5.7. Mekaanisen toiminnan tarkastus .....	40

5.8. Kotelointiluokan testaus.....	41
5.9 EMC testit .....	42
5.10 Eristysaineiden poikkeuksellisen lämmön ja tulen kestävyys tarkastaminen.....	43
5.11 Kappaletestit.....	44
5.11.1 Keskuksen ja sen johdotuksen tarkastus .....	44
5.11.2 Eristetesti.....	45
5.11.3 Suojamenetelmien ja suojamaadoituspiirien sähköisen jatkuvuuden tarkastus.....	45
5.11.4 Eristysresistanssin määrittäminen .....	46
6 VASTUU JA VALVONTA.....	47
6.1. Valmistajan vastuu.....	47
6.2. CE-merkintä .....	47
6.2. FI-merkki .....	48
8 POHDINTA .....	50
LÄHTEET.....	51

**LYHENTEET JA TERMIT**

TTA	tyyppitestattu keskus
PTTA	osittain tyyppitestattu keskus
pääpiiri	kaikki keskuksen johtavat osat, jotka on tarkoitettu sähköenergian siirtoon
apupiiri	keskuksen johtavat, muut kuin pääpiirin osat, jotka on tarkoitettu ohjaukseen, mittaukseen, merkinantoon, säätöön jne.
kokoomakisko	pieni-impedanssinen johdin, johon voidaan liittää erikseen useita sähköisiä piirejä
pintaväli	eristysaineen pintaa pitkin mitattu lyhin etäisyys kahden johtavan osan välillä

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia jakokeskuksen valmistusvaiheessa huomioitavaa normistoa. Työtä voidaan ajatella esitutkimuksena jakokeskuksien tarkastamiseen aikaisemmin perehtymättömälle henkilölle tai organisaatiolle liiketoimintasuunnitelman tueksi.

Työ pohjautuu SFS-EN 60439 -standardisarjassa esitettyihin määräyksiin. Työssä on käsitelty jakokeskuksen suunnittelussa ja kokoonpanossa huomioitavia rakenteellisia ja sähköisiä ratkaisuja sekä testausvaiheessa tarkasteltavia asioita.

Työn teettäjä on eteläisessä suomessa toimiva, vuonna 1976 perustettu sähköalan yritys. Yritys toimii pääasiassa sähköurakoinnin saralla työllistäen toistakymmentä sähköalan ammattilaista.

## 2 STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET

### 2.1. Jakokeskus

Jakokeskus on rakennelma, jossa on yksi tai useampia kytkinlaitteita niihin liittyvine ohjaus-, mittaus-, suoja- ja säätölaitteineen. Jakokeskuksen komponentit voivat olla sähkömekaanisia tai elektronisia. Jakokeskus on energianjakelun haaroituspaikka. (SFS-EN 60439-1.)

Jakokeskuksia on kehitetty eri käyttötarkoituksia varten, joista kiinteistökäytössä yleisimpiä ovat pää-, ryhmä-, mittaus-, pistorasia- sekä ohjauskeskukset. Jakokeskuksen nimi kuvastaa usein myös keskuksen käyttötarkoitusta. (Ollila, 2012.)

Kuvassa 1 on esitetty pieni kotelointiluokan IP30 ryhmäkeskus.



KUVA 1. Ryhmäkeskus UTU Setter (Utu Elec Oy, 2008).

Kun jakokeskuksia ajatellaan testauksen kannalta, voidaan ne jakaa tyyppitestattuihin (TTA) tai osittain tyyppitestattuihin (PTTA) keskuksiin. Tyyppitestattu keskusrakenne noudattaa olennaisesti SFS-EN 60439-1 -standardissa esitettyjä vaatimuksia. Puolestaan



osittain tyyppitestattu keskus on keskus, jossa on sekä tyyppitestattuja, että tyyppitestaamattomia rakenneratkaisuja. Tyyppitestaamattomienkin rakenneratkaisujen edellytetään perustuvan standardissa SFS-EN 60439-1 esitettyihin rakenneratkaisuihin. Rakenneratkaisujen standardinmukaisuus voidaan todentaa esimerkiksi laskennallisesti. (SFS-EN 60439-1.)

## 2.2. Velvoittavat standardit ja määräykset

Jakokeskukset ovat olleet ensimmäisiä sähkölaitteita, joihin liittyen on Suomessa laadittu standardeja. Sähkötarkastuslaitoksen vuonna 1955 julkaisema E 3-55 Määräykset koteloitujen jakokeskusten rakenteesta ja koestuksesta -julkaisu lienee ollut maailmanlaajuisestikin ensimmäisiä kehitettyjä jakokeskusstandardeja. E 3-julkaisujen viimeinen painos on vuodelta 1985. (Sesko Ry, 2012.)

Kansallisten vaatimusten käytöstä on nykyään luovuttu ja jakokeskusten rakennetta ja testausta ohjailee eurooppalainen standardisarja SFS-EN 60439. Standardisarjaan kuuluu viisi osaa, joista ensimmäinen osa antaa perusvaatimukset jakokeskuksille. Näitä vaatimuksia täydennetään ja muutetaan osissa 2-5 laitekohtaisilla erityisvaatimuksilla. SFS-EN 60439-standardisarjan osat on esitetty taulukossa 1. (Sesko Ry, 2012.)

TAULUKKO 1. SFS-EN 60439-standardisarjan osat (Sesko Ry, 2012).

Standardi	Selite
SFS-EN 60439-1:2005	Tyyppitestattujen ja osittain tyyppitestattujen keskusten vaatimukset
<del>SFS-EN 60439-2:1993</del>	<del>Jakelukiskojärjestelmien erityisvaatimukset kumottu</del>
SFS-EN 60439-3:2001	Kiinteistökeskukset. Erityisvaatimukset sähköalalla ammattitaidottomien henkilöiden käsiteltävissä oleville keskuksille
SFS-EN 60439-4:2005	Työmaakeskusten erityisvaatimukset
<del>SFS-EN 60439-5</del>	<del>Erityisvaatimukset keskuksille, jotka on tarkoitettu ulkoasennukseen julkisille paikoille — Kaapelijakokaapit kumottu</del>

## 2.4. Uusi standardisarja SFS-EN 61 439

Standardisarja SFS-EN 60 439 on voimassa vielä 1.11.2014 saakka, jonka jälkeen uusi standardisarja SFS-EN 61 439 astuu vanhan tilalle. Uuden standardisarjan sisältämät osat on esitetty taulukossa 2. (Kauppila 2012.)

Taulukko 2. SFS-EN 61439 –standardisarjan osat (Kauppila 2012).

Standardi	Selite
SFS-EN 61 439-1 :2010	Pienjännitekeskukset – Yleisvaatimukset
SFS-EN 61 439-2 :2010	Pienjännitekeskukset – Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot
SFS-EN 61 439-3	Pienjännitekeskukset – Jakokeskukset (Maallikkokäyttöön tarkoitetut)
SFS-EN 61 439-4	Pienjännitekeskukset – Työmaakeskukset
SFS-EN 61 439-5	Pienjännitekeskukset – Jakeluverkkokeskukset
SFS-EN 61 439-6	Pienjännitekeskukset – Jakelukiskot
SFS-EN 61 439-7	Pienjännitekeskukset – Public places and charging of electric vehicles
SFS-EN 61 439-0	Pienjännitekeskukset – Specifiers guide

Standardisarjan ensimmäinen osa on ns. perusstandardi, joka antaa vaatimukset kaikkien keskusten rakenteelle. Standardia ei voi soveltaa yksinään, vaan se vaatii lisämäärittelyjä standardisarjan muista osista. Tässä mielessä uusi standardisarja on rakenteeltaan samanlainen kuin vanhakin standardisarja SFS-EN 60439. Merkittävää kuitenkin on, että uusi standardisarja ei tee enää jakoa tyyppitestattujen ja osittain tyyppitestattujen keskusten välillä. Uusi standardisarja on myös paremmin sidoksissa SFS6000-julkaisun kanssa. (Kauppila 2012.)

Uuden standardisarjan standardeja saa alkaa soveltaa heti kun niitä julkaistaan, eli molempien standardisarjojen käyttö on hetkellisesti mahdollista ylimenokaudella. Tällä hetkellä uudesta standardisarjasta on julkaistu osat 1 ja 2. (Kauppila 2012.)

### 3 JAKOKESKUKSEN RAKENNE

#### 3.1. Keskuksesta annettavat tiedot

Jakokeskukseen tulee asentaa helposti havaittavaan paikkaan arvokilpi, josta selviää jakokeskuksen oleelliset tiedot. Arvokilven merkinnät tulee tehdä luotettavalla tavalla ja arvokilpi tulee sijoittaa siten, että arvot ovat luettavissa keskuksen asentamisen jälkeenkin. Kuvassa 2 on esitetty jakokeskuksen arvokilpi. (SFS-EN 60439-1.)



KUVA 2. Jakokeskuksen arvokilpi (Oulun teollisuuskojeistot Oy, 2011).

Arvokilvestä tulee ilmetä vähintään seuraavat tiedot:

- valmistajan nimi tai rekisteröity tavaramerkki (valmistajana pidetään organisaatiota, joka on vastuussa koko keskuksesta)
- mallimerkintä, tunnistusnumero tai muu tunnistus tieto, joka mahdollistaa tarpeellisten tietojen saamisen valmistajalta (SFS-EN 60439-1.)

Arvokilpimerkintöjen ja keskusvalmistajan kattavan dokumentoinnin avulla keskusten korjaus- ja takaisinvetotoimenpiteet on toteutettavissa tehokkaasti sekä hallitusti. Kun keskuksat varustetaan juoksevalla sarjanumerolla, on mahdolliset takaisinvetotoimenpiteet toteutettavissa nopeasti. Takaisinvetotoimenpide voi tulla kyseeseen esimerkiksi virheellisestä tuote-erästä johtuen. (Fibox Oy Ab, 2013)

Pelkkien valmistaja- ja mallimerkintöjen lisäksi keskusvalmistajan tulee antaa keskuksesta myös muita tietoja. Valmistaja saa itse määritellä antaaako tiedot keskuksen teknisessä tuoteselosteessa vai esittääkö ne keskuksen arvokilvessä. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksesta tulee antaa seuraavat tiedot:

- sovellettava standardi (IEC 60439-1)
- virtalaji (ja vaihtosähköllä myös taajuus)

- nimellisjännite
- nimelliseristysjännite (nimellinen syöksykestojaännite, jos valmistaja on sen ilmoittanut)
- apupiirien nimellisjännitteet (tarvittaessa)
- jokaisen pääpiirin nimellisvirta (tarvittaessa)
- oikosulunkestävyys
- kotelointiluokka
- suojaus sähköiskulta
- käyttöolosuhteet, jos ne eroavat ns. normaaleista ympäristöoloista
- jakelujärjestelmä, johon keskus voidaan liittää
- mitat
- paino
- osastointimuoto
- toimintayksiköiden sähköiset kytkentämenetelmät
- ympäristö A ja/tai B (SFS-EN 60439-1.)

### **3.1.1 Tunnistaminen**

Jakokeskus tulee valmistaa ja suunnitella siten, että sen sisällä olevat virtapiirit ja niiden suojalaitteet on tunnistettavissa. Keskuksessa käytettyjen tunnuksien tulee olla yhdenmukaisia keskuksen mukana toimitettavan dokumentaation kanssa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen suojajohdin ja pääpiirien nollajohdin tulee olla selkeästi tunnistettavia. Johtimet tulee olla tunnistettavissa helposti muodon, sijainnin, merkinnän tai värin avulla. Edellisiä lukuun ottamatta keskuksen johtimien tunnistamisen merkintälaajuus ja -tapa on valmistajan vastuulla. (SFS-EN 60439-1.)

Johtimien, liittimien ja komponenttien tunnistamiseen tulee käyttää yhtä tai useampaa seuraavista menetelmistä:

- tunnistaminen rakenteeseen tai suhteelliseen sijaintiin perustuen
- värikoodaus standardin SFS-EN 60445 mukaisesti
- käyttämällä standardin IEC 60417 mukaisia kuvatunnuksia

- käyttämällä standardin SFS-EN 60445 mukaisia kirjain- ja numeroyhdistelmiä (SFS-EN 60445.)

Kun johtimien tunnistamiseen käytetään värikoodausta, sallitaan käytettäväksi seuraavia värejä: musta, ruskea, punainen, oranssi, keltainen, vihreä, sininen, violetti, harmaa, valkoinen, vaaleanpunainen ja turkoosi. Pelkän vihreän ja keltaisen värin käyttäminen on sallittua ainoastaan silloin, kun sekaannus PE-, PEN-, PEM-, PEL tai suojaavaan potentiaalintasausjohtimeen ei ole mahdollista. Suojajohtimen tunnistamiseen ainoa sallittu väriyhdistelmä on kelta-vihreä. Nollajohtimen väriksi suositellaan valittavaksi vaaleansininen. Kuvassa 3 on esitetty väreillä ja kirjain-numeroyhdistelmin koodattuja riviliitinlähtöjä. (SFS-EN 60445.)



KUVA 3. Riviliitinlähtöjen tunnistaminen (Oulun teollisuuskojeistot Oy, 2011).

Keskuksen komponenttien ja muiden laitteiden ohjaimien käyttöasentojen on oltava selkeästi tunnistettavissa. Käyttöohjaimien liikesuunnat on annettu standardissa IEC 60447 ja merkkivalojen ja painikkeiden väri standardissa IEC 60073. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.1.2 Erillis-dokumentaatio**

Keskusvalmistajan tulee antaa rakentamastaan keskuksesta tarpeelliset asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. Näiden ohjeiden tulee käsittää itse keskusrakenteen lisäksi myös kaikki keskukseen asennettujen laitteiden ohjeet. Ohjeet voidaan esittää keskuksen asiapapereissa tai keskuksen tuoteselosteessa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen mukana tulee toimittaa osaluettelo, josta löytyy jokainen käytetty komponentti tai laite. Keskuksen laitetunnusten tulee täsmätä piirustuksissa ja osaluettelossa esitettyihin tunnuksiin. Osaluettelossa tulee ilmoittaa kunkin komponentin tarkka tyyppi, valmistaja sekä mahdollinen toimittaja. Osaluettelon tarkoituksena on palvella keskuksien huoltoa ja kunnossapitoa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskusvalmistajan tulee antaa ohjeistus keskuksen kuljetukseen, asennukseen ja käyttöön liittyen. Tässä ohjeistuksessa on tarvittaessa ilmoitettava ne toimenpiteet, jotka ovat erityisen tärkeitä asianmukaisen ja oikean asennuksen, kuljetuksen sekä käytön kannalta. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.2 Jakokeskuksen materiaalit**

Jakokeskuksessa käytettävien materiaalien on oltava sellaisia, että ne kestävät jakokeskuksen normaalissa käytössä ja asennusympäristössä esiintyviä mekaanisia, sähköisiä ja lämmöstä johtuvia rasituksia sekä kosteutta. Keskuksen eristysaineesta tehtyjen osien on annettava määrätty kuumuuden- ja tulenkestoisuus. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen korroosiosuojaus varmistetaan käyttämällä korroosionkestäviä materiaaleja tai käsittelemällä korroosiolle alttiit pinnat vastaavalla suojauksella, ottaen kuitenkin huomioon keskuksen aiottu käyttö ja huolto. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli keskus asennetaan tilaan, jossa hallitsee erityiset ympäristöolot, tulee erityisvaatimuksista sopia tilaajan ja valmistajan kesken. Huomioitavaa on kuitenkin se, että mikään sopimus ei saa olla ristiriidassa voimassaolevien turvallisuusmääräysten suhteen. (SFS-EN 62208.)

Erityisiä ympäristöoloja on esimerkiksi seuraavat:

- epätavallinen lämpötila ja kosteus
- korroosiota aiheuttavien aineiden esiintyminen
- ionisoivat vaikutukset
- epätavalliset mekaaniset rasitukset
- erityisen pölyn esiintyminen (hiilipöly, sementtipöly jne.)
- sähkömagneettiset säteilyt
- eläimistön, kasviston, mullan esiintyminen
- värinät (SFS-EN 62208.)

Keskuksen korroosiosuojaus varmistetaan käyttämällä korroosionkestäviä materiaaleja tai käsittelemällä korroosiolle alttiit pinnat vastaavalla suojauksella, ottaen kuitenkin huomioon keskuksen aiottu käyttö ja huolto. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.3. Kotelointi ja kotelointiluokka**

Jakokeskuksen koteloinnista tulee antaa kaikki asiaankuuluvat tiedot ja ohjeet, jotka ovat tarpeen koteloinnin oikeaan käsittelyyn, kokoonpanoon, asentamiseen ja huoltamiseen. Tiedoissa tulee olla viite asianomaiseen standardiin. Koteloinnin valmistajan tulee määritellä ne tilat, joihin kotelointi on tarkoitettu. (SFS-EN 60228.)

Jakokeskukselle tulee ilmoittaa kotelointiluokka keskuksen valmistajan toimesta. Kotelointiluokka kuvaa keskuksen kosketus- vesi- ja vierasainesuojauksen tasoa. Kotelointiluokkaa merkitään IP-tunnuksella standardin IEC 60529 mukaisesti. Kuvassa 4 on esitetty tavallisimmat sähkölaitteiden kotelointiluokat sekä niiden vanhat merkinnät. (SFS-EN 60439-1.)

Sähkölaitteiden kotelointiluokitus (Tarkemmin standardissa SFS-EN 60 529)				
IP n <sub>1</sub> n <sub>2</sub>				
n <sub>1</sub>	Vaarallisten osien kosketussuojaus ja laitteen pölyntiiviys	n <sub>2</sub>	Vesisuojaus	Vanha merkintä
0	Avoin rakenne	0	Avoin rakenne	
1	Vaaralliset osat kosketussuojattu nyrkiltä	1	Tippuvedenpitävä	💧
2	Tavallinen kosketussuojainen, vaaralliset osat kosketussuojattu sormelta	2	Tippuvedenpitävä, kotelo on kallistettuna 15 asteeseen asti	
3	Erikois kosketussuojainen, vaaralliset osat kosketussuojattu työkaluilta	3	Sateenpitävä	☔
4	Erikois kosketussuojainen, vaaralliset osat kosketussuojattu langalta	4	Roiskeenpitävä	💧
5	Pölysuojainen, vaaralliset osat kosketussuojattu langalta	5	Suihkuvedenpitävä	💧💧
6	Pölynpitävä, vaaralliset osat kosketussuojattu langalta	6	Suojattu voimakkaalta vesisuihkulta	
		7	Suojattu lyhytaikaisen veteen upottamisen vaikutuksilta	💧💧
		8	Painevedenpitävä, suojattu veteen upottamisen vaikutuksilta	💧💧...m

KUVA 4. Sähkölaitteiden tavallisimmat kotelointiluokat (Tukes, 2011).

IP-tunnuksessa käytetään numeron tilalla kirjainta X silloin, kun asennuspaikka ei aseta kyseiselle ominaisuudelle erityisiä vaatimuksia. Esimerkiksi kuivissa sisätiloissa riittää luokitukseksi IP2X, eli ainoa asetettu vaatimus on kosketussuoja vähintään 12,5mm ja sitä suurempia esineitä vastaan. (SFS-EN 60529.) Jos keskukselta ei vaadita vesisuojausta, suositellaan käytettäväksi kotelointiluokkia IP00, IP2X, IP3X, IP4X tai IP5X (SFS-EN 60439-1).

IP-tunnuksessa saatetaan käyttää myös seuraavia lisäkirjaimia:

- A: vaaralliset osat suojattu nyrkiltä
- B: vaaralliset osat suojattu sormelta
- C: vaaralliset osat suojattu työkalulta
- D: vaaralliset osat suojattu langalta (SFS-EN 60529.)

Kun keskus on asennettu valmistajan ohjeiden mukaan, tulee kotelointiluokan koskea koko keskusta, ellei tätä ole erikseen toisin määriteltä. Kaapelien läpiviennit on myös suunniteltava siten, että kun kaapelit on asennettu, kotelointiluokka säilyy. Tämä edel-



lyttää, että kaapelin läpivientitarvikkeet, laipat tms. on valittu valmistajan ohjeiden mukaan. (SFS-EN 60439-1.) Ulkoapäin poistettavissa olevat laipat ja kannet saavat irrota vain työkalua käyttäen. (SFS-EN 60228).

Koska sähköalalla ammattitaitoisten henkilöiden sekä opastettujen henkilöiden tulee päästä käyttämään ja huoltamaan keskuksen sisäisiä osia, tulee keskuksen valmistajan ilmoittaa keskukselle kosketussuojauksen aste sekä vierasaine- ja vesisuojaus myös keskuksen tilojen ollessa avattuina. (SFS-EN 60439-1.)

Jos keskus on asennettuna tilaan, jossa se altistuu suurelle ilman kosteuspitoisuudelle tai suurille lämpötilan vaihteluille, on veden vahingollinen kondensoituminen keskuksen sisään estettävä. Kondensoitumisen haittoja voidaan estää esimerkiksi tehokkaalla tuuletuksella, kojeistolämmittimillä tai poistoaukoilla. Kondensoitumista estävistä menetelmistä huolimatta keskuksen kotelointiluokan on silti säilyttävä ilmoitettuna. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli kyseessä on osittain tyyppitestattu keskus, sille ei saa antaa IP-luokitustunnusta ellei tätä voida määrittää standardin IEC 60529 mukaisesti tai ellei käytetä jo valmiiksi testattua tehdasvalmisteista rakennetta. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.4. Suojaus sähköiskulta**

Sähköverkkoon liitettävä keskus tulee olla turvallinen käyttää ja näin sen tulee olla suojattu jännitteisen tai jännitteelle alttiin osan koskettamiselta. (SFS-EN 60439-1.)

Kosketusjännitesuojauksella tarkoitetaan henkilön estämistä joutumasta vaaralliseen kosketukseen jännitteelle alttiiden osien kanssa. Kosketussuojaus saavutetaan joko keskuksen tarkoituksenmukaisella rakenteella tai asennettaessa tehtävillä lisätoimenpiteillä. Esimerkki lisätoimenpiteestä on avorakenteisen keskuksen asentaminen tilaan, jonne pääsevät ainoastaan sähköalan ammattihenkilöt. Kosketussuojaus voidaan toteuttaa eri suojatoimenpiteillä, riippuen siitä, mikä suojatoimenpide sopii kohteen vaatimuksiin. Suojatoimenpiteistä voidaan valita yksi tai useampi ja niistä on sovittava valmistajan ja tilaajan kesken. (SFS-KÄSIKIRJA 600.)

Eri suojatoimenpiteitä:

- suojaus jännitteisten osien eristämällä
- suojaus suojuksilla tai koteloinnilla
- suojaus puomeilla
- kosketusjännitesuojaus
- suojaus käyttäen suojamaadoituspiiriä
- suojaerotus
- suojaeristys (SFS-KÄSIKIRJA 600.)

Mikäli keskuksessa on laitteita, joihin voi jäädä vaarallinen sähkövaraus sen jälkeen, kun ne on kytketty jännitteettömäksi, on keskukseen kiinnitettävä asiasta varoittava varoituskilpi. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi kondensaattorit. Pieniä kondensaattoreita, kuten valokaaren sammutus- tai releen viivekondensaattorit jne. ei pidetä vaarallisena. Mikäli kondensaattorin purkausjännite laskee tasajännitteellä alle 120 V, 5 sekunnissa syöttöjännitteen katkaisusta, kosketusta ei pidetä vaarallisena. (SFS-EN 60439-1.)

Valmistajan ja tilaajan kesken on sovittava valtuutettujen henkilöiden pääsystä suorittamaan käyttö- ja huoltotoimenpiteitä keskukseen. Tämän mahdollistamiseksi keskuksen on täytettävä yksi tai useampia seuraavista vaatimuksista jotka täydentävät kosketusjännitesuojauksen suojausvaatimuksia:

- keskus pitää suunnitella ja rakentaa siten, että valmistajan ja tilaajan sopimat tietyt toimenpiteet voidaan suorittaa, kun keskus on käytössä ja jännitteinen (sulakkeiden ja merkkilamppujen vaihto, releiden asettelu ja kuittaus jne.)
- keskusrakenteen valinta siten, että valmistajan ja tilaajan sopiman huoltotoiminnan suorittaminen luotettavasti jännitteettömälle erotetulle toimintaryhmälle on mahdollista
- jännitteisenä tehtävän laajennuksen huomioiminen keskusrakenteessa (SFS-EN 60439-1.)

### 3.5. Oikosulkusuojaus ja oikosulunkestävyys

Keskus on rakennettava siten, että se kestää mitoitusoikosulkuvirran aiheuttamat lämpö- ja dynaamiset rasitukset. Oikosulkurasituksia voi pienentää käyttämällä virtaa rajoittavia laitteita, kuten induktansseja, sulakkeita tai virtaa rajoittavia kytkinlaitteita. (SFS-EN 60439-1.)

Keskus on suojattava oikosulkuvirtoja vastaan käyttäen tähän sopivia suojalaitteita, kuten katkaisijoita, sulakkeita tai näiden yhdistelmiä. Suojalaitteet voivat olla keskuksessa tai sen ulkopuolella. IT-keskusjärjestelmässä käytettäväksi tarkoitetun keskuksen oikosulkusuojalaitteella tulee olla kaksoismaasulun selvittääkseen riittävä katkaisukyky kaikissa navoissa pääjännitteellä. Tilaajan on ilmoitettava asennuspaikan oikosulkuvirta keskuksen tilauksen yhteydessä. (SFS-EN 60439-1.)

Osittain tyyppitestatussa (PTTA) keskuksessa suositellaan käytettäväksi tyyppitestattuja rakenteita, esimerkiksi kokoomakiskoja. Mikäli tyyppitestattujen osien käyttö ei poikkeuksellisesti ole mahdollista, tulee tällaisten osien oikosulunkestävyys määrittää ekstrapoloimalla vastaavan tyyppitestatun rakenteen lujuudesta. Keskuksen oikosulunkestävyys on ilmoitettava valmistajan toimesta. (SFS-EN 60439-1.)

Valmistajan ja tilaajan on sovittava oikosuojalaitteiden koordinaatio. Mikäli keskeytymätöntä käyttöä pidetään tärkeänä, tulee suojalaitteet valita ja asettaa selektiivisesti. Selektiivisyys varmistetaan suojalaitteiden oikealla valinnalla siten, että missä tahansa lähtevässä johtohaarassa tapahtuva oikosulku katkaistaan vialliseen johtohaaraan kytkinlaitteella, ilman, että sillä olisi vaikutusta muihin lähteviin johtohaaroihin. (SFS-EN 60439-1.)

#### 3.5.1 Eri oikosulkuvirrat

Prospektiivinen oikosulkuvirta  $I_{cp}$  muodostuu keskuksen virtapiiriin, kun keskuksen virtaa rajoittavat suojalaitteet korvataan mahdollisimman pienillä impedansseilla. Käytännössä tämä tapahtuu suojalaitteiden korvaamisella virtaa rajoittamattomalla johtimella. Prospektiivinen oikosulkuvirta on se virta, jonka mukaan keskus oikosulkusuojataan. (SFS-EN 60439-1.)

Dynaaminen nimelliskestovirta  $I_{pk}$  on suurin mahdollinen oikosulkuvirran arvo, jonka keskus kestää. Tämä arvo saavutetaan noin 10ms kuluttua oikosulun syntyhetkestä. Usein tätä arvoa kutsutaan myös sysäysoikosulkuvirraksi. (SFS-EN 60439-1.)

Terminen nimelliskestovirta  $I_{cw}$  on se lyhytaikaisen virran tehollisarvo, jonka virtapiiri valmistajan mukaan kestää vahingoittumatta. Testausaika on yleensä 1 sekunti, ellei valmistaja toisin ilmoita. (SFS-EN 60439-1.)

Ehdollinen nimelliskestovirta  $I_{cc}$  on valmistajan ilmoittaman prospektiivisen oikosulkuvirran arvo, jonka virtapiiri kestää tyydyttävästi valmistajan määrittelemällä oikosulkusuojalla. Valmistajan tulee ilmoittaa oikosulkusuojalaitteen yksityiskohdat, ehdollista nimellisoikosulkuvirtaa käytettäessä. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.6. Keskukseen asennettavat kytkinlaitteet ja komponentit**

Keskukseen asennettavien kytkinlaitteiden ja komponenttien on oltava asianmukaisen IEC-standardin mukaisia. Kytkinlaitteiden ja komponenttien on oltava käyttötarkoitukseen sopivia, ottaen huomioon keskuksen ulkoisen rakenteen, ja keskuksen nimellisarvot. Kytkinlaitteet, joiden oikosulunkestävyys tai katkaisukyky ei ole riittävä asennuspaikalle on suojattava virtaa rajoittavilla laitteilla, esimerkiksi sulakkeilla tai katkaisijoilla. Valittaessa virtaa rajoittavaa suojalaitetta, on otettava huomioon laitteen valmistajan ilmoittama suojauskoordinaation mukainen suurin sallittu arvo. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen kytkinlaitteet ja muut komponentit tulee asentaa valmistajan ohjeiden mukaan. Asennuksessa tulee ottaa huomioon mm. käyttöasento, etäisyydet valokaaren varalta, sammutuskammioiden poisto ja niin edelleen. Komponentit tulee sijoitella siten, että asennus, johdotus ja vaihto ovat mahdollista. Keskuksen sisällä olevien komponenttien asettelu- ja palautuselimien on oltava helposti käsiteltävissä. (SFS-EN 60439-1.)

Vapaasti seisoviin keskuksiin ei yleensä saa sijoittaa vapaasti luettavaksi tarkoitettuja osoituslaitteita yli 2 metrin korkeuteen hoitotasosta. Käyttölaitteiden tulisi sijaita sellaisella korkeudella, että niitä on helppo käsitellä. (SFS-EN 60439-1.)

Kytkinlaitteet ja muut komponentit on asennettava ja johdotettava siten, etteivät niiden toiminta (lämpö, värinä, sähkökenttä) normaalissa käyttötilanteessa häiritse toisiaan. Tämän vuoksi on tarpeen erottaa tai suojata elektroniset valvontapiirit tehopiireistä. (SFS-EN 60439-1.)

Varokkeiden koteloinnissa tulee ottaa huomioon varokkeiden kehittämä lämpö. Valmistajan tulee antaa sulakkeiden tyypit ja nimellisarvot tilaajan tietoon. (SFS-EN 60439-1.)

Käsin ohjattavien kytkinlaitteiden suojaukset tulee suunnitella siten, ettei katkaisuvalokaaresta aiheudu käyttäjälle vaaraa. Vaiheiden välisiä suojauksia on käytettävä kahvasulakkeiden vaihdon aiheuttaman vaaran vähentämiseksi, ellei varokkeiden rakenne tai sijainti tee tätä tarpeettomaksi. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen kytkinlaitteet ja muut komponentit tulee valita keskuksen ympäristöolot huomioiden. Tarvittaessa tulee sopivalla toimenpiteellä varmistaa, että normaalit ympäristöolot säilyvät (lämmitys, tuuletus). (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli keskuksessa on ulosotettavia tai ulosvedettäviä yksiköitä, on ne rakennettava siten, että ne voidaan turvallisesti ja luotettavasti erottaa jännitteisestä pääpiiristä ja liittää siihen takaisin. Nämä osat voidaan tarvittaessa varustaa estolukituksella vahingossa tapahtuvan toiminnan eliminoimiseksi. Pienimmän vapaan ilmapälin ja pintavälin on säilyttävä yksikön eri asennoissa, myös yksikköä toiseen siirrettäessä. (SFS-EN 60439-1.)

Ulosotettavilla yksiköillä on oltava käyttöasento ja irrotettu asento. Lisäksi ulosvedettävillä yksiköillä on lisäksi oltava erotusasento ja niillä voi olla myös testusasento. Yksiköiden on asetuttava luotettavasti näihin asentoihin ja asentojen myös on oltava selvästi todettavissa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskukselle määritetty kotelointiluokka tulee täyttyä ulosotettavan tai ulosvedettävän yksikön käyttöasennossa. Valmistajan on ilmoitettava kotelointiluokka, joka toteutuu muissa kuin käyttöasennossa ja siirroissa eri asentojen välillä. Keskus, jossa on ulosvedettäviä yksiköitä, voi olla siten rakennettu, että käyttöasentoon liittyvä kotelointiluokka säilyy myös testaus- ja erotusasennoissa sekä siirroissa näiden välillä. Mikäli alkupe-

räinen kotelointiluokka ei täyty yksikön irrotuksen jälkeen, on sovittava riittävän suojausten varmistavista toimenpiteistä. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.7. Ulkoisten johtojen liittimet**

Keskusvalmistajan tulee ilmoittaa onko jakokeskuksen ulkoisten johtimien liittimet tarkoitettu kupari- vai alumiinijohtimille. Liittimien tulee olla sellaiset, että niihin voidaan liittää luotettavalla tavalla ulkoiset johtimet. Liitoksien tulee kestää virtapiirin nimellistä virtaa ja täyttää vaadittu oikosulunkestävyys. (SFS-EN 60439-1.)

Kaapelien läpiviennit tulee suunnitella siten, että kun kaapelien asentamisen jälkeen säilyy keskukselle ilmoitettu kotelointiluokka ja kosketussuojaus. Johtimien liitännätilan tulee olla riittävä tarvittavien johtimien kunnolliseen liittämiseen. Johtimet eivät saa jäädä rasiin, joka saattaa lyhentää niiden normaalia käyttöikää. (SFS-EN 60439-1.)

Johtimien ja liittimien tunnistamiseen suositellaan käytettäväksi standardin IEC 60445 mukaisia merkintätapoja. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.8. Keskuksen sisäinen osastointi**

Valmistajan ja tilaajan on sovittava keskenään keskuksen sisäisen osastoinnin muodoista. Tavallisimmat väliseinillä tai suojuksilla aikaansaadut osastointimuodot on esitetty taulukossa 3. (SFS-EN 60439-1.)

Taulukko 3. Sisäisen osastoinnin muodot (SFS-EN 60439-1).

Pääkriteeri	Lisäkriteerit	Osastointimuoto
Ei sisäistä osastointia	–	1
Kokoomakiskot on osastoitu eroon toimintayksiköistä	Ulkoisten johtimien liittimiä ei ole osastoitu eroon kokoomakiskoista	2a
	Ulkoisten johtimien liittimet on osastoitu eroon kokoomakiskoista	2b
Kokoomakiskot osastoitu eroon toimintayksiköistä ja toimintayksiköt toisistaan. Ulkoisten johtimien liittimet osastoitu eroon toimintayksiköistä, mutta ei toisten toimintayksiköiden ulkoisten johtimien liittimistä	Ulkoisten johtimien liittimiä ei ole osastoitu eroon kokoomakiskoista	3a
	Ulkoisten johtimien liittimet osastoitu eroon kiskoista	3b
Kokoomakiskot osastoitu eroon kaikista toimintayksiköistä ja kaikki toimintayksiköt toisistaan. Toimintayksikön osana olevat ulkoisten johtimien liittimet osastoitu eroon kaikista muista toimintayksiköistä ja kokoomakiskoista	Ulkoisten johtimien liittimet samassa kennossa kuin niihin liittyvä toimintayksikkö	4a
	Ulkoisten johtimien liittimet eivät ole samassa kennossa kuin niihin liittyvä toimintayksikkö, vaan omassa erillisessä koteloidussa suojatussa tilassa tai kosketussuojatussa kennossa	4b

Kun keskus jaetaan väliseinillä tai suojuksilla erillisiin suojattuihin tiloihin tai kosketussuojattuihin tiloihin saavutetaan toinen tai molemmat seuraavista ominaisuuksista:

- kosketussuojaus viereisen toimintayksiköiden jännitteisiin osiin nähden (kotelointiluokan oltava vähintään IPXXB).
- suojaus vieraiden kiinteiden esineiden tunkeutumiselta keskuksen yksiköstä toiseen viereiseen yksikköön (kotelointiluokan oltava vähintään IP2X). (SFS-EN 60439-1.)

Kotelointiluokka IP2X kattaa myös kotelointiluokan IPXXB vaatimukset (katso luku 3.3). (SFS-EN 60439-1.)

### 3.9. Keskuksen kiskojen ja johtimien sähköiset liitännät

Keskuksen virtaa johtavat liitokset eivät saa heikentyä normaalin lämpenemisen, eristemateriaalin vanhenemisen ja normaalin käytön aiheuttaman värinän vaikutuksesta. Erityisesti on otettava huomioon materiaalien lämmönkestävyys, lämpölaajeneminen ja elektrolyyttisen korroosion vaikutukset, kun on kyse erilaisista metalleista. Virtaa johtavien osien liitokset on tehtävä siten, että kosketuspaine säilyy riittävänä. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen sisäisten kiskojen ja johtimien poikkipinnan valitsee valmistaja. Valinnassa otetaan huomioon keskuksen mekaaniset rasitukset, kuormitettavuus, johtimien asennustapa ja eristykset. Mahdollisuuksien mukaan otetaan huomioon myös liitettävät laitteet, kuten elektroniikka. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen eristetyt johtimet on mitoittettava vähintään virtapiirin nimelliseristysjännitetason mukaan. Kahden kytkentätarvikkeen välisessä johtimessa ei saa olla kiertämällä tai juottamalla tehtyä liitosta. Peruseristetyt johtimet eivät saa nojata paljaita eri potentiaalissa olevia jännitteisiä osia tai teräviä reunoja vastaan. Johtimet on tuettava riittävästi. Kansien, ovien ja mittarien johdot tulee asentaa siten, että johtimet eivät vahingoitu mekaanisesti liikuttaessa. Juotosliitokset laitteisiin ovat sallittuja ainoastaan niille tarkoitetuissa liittimissä. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli keskuksen kohdistuu normaalissa käytössä voimakasta tärinää, tulee tämä huomioida keskuksen valmistuksessa. Erimerkiksi juotetut johtimet tulee kiinnittää mekaanisesti läheltä juotoskohtaa. (SFS-EN 60439-1.)

Yleensä yhteen liittimeen saa kiinnittää vain yhden johtimen. Kahden tai useamman johtimen kiinnittäminen samaan liittimeen on sallittua ainoastaan, mikäli liitin on suunniteltu tätä varten. (SFS-EN 60439-1.)

### **3.10. Elektroniikkalaitteiden syöttöpiirien vaatimukset**

Standardi SFS-EN 60439-1 antaa vaatimuksia keskuksen elektroniikkalaitteiden syöttöpiireille. Standardin vaatimukset ovat linjassa standardin IEC 60146-2 (Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters) kanssa. Esitetyt vaatimukset voidaan korvata asianomaisen elektroniikkalaitteen IEC-standardin vaatimuksilla. (SFS-EN 60439-1.)

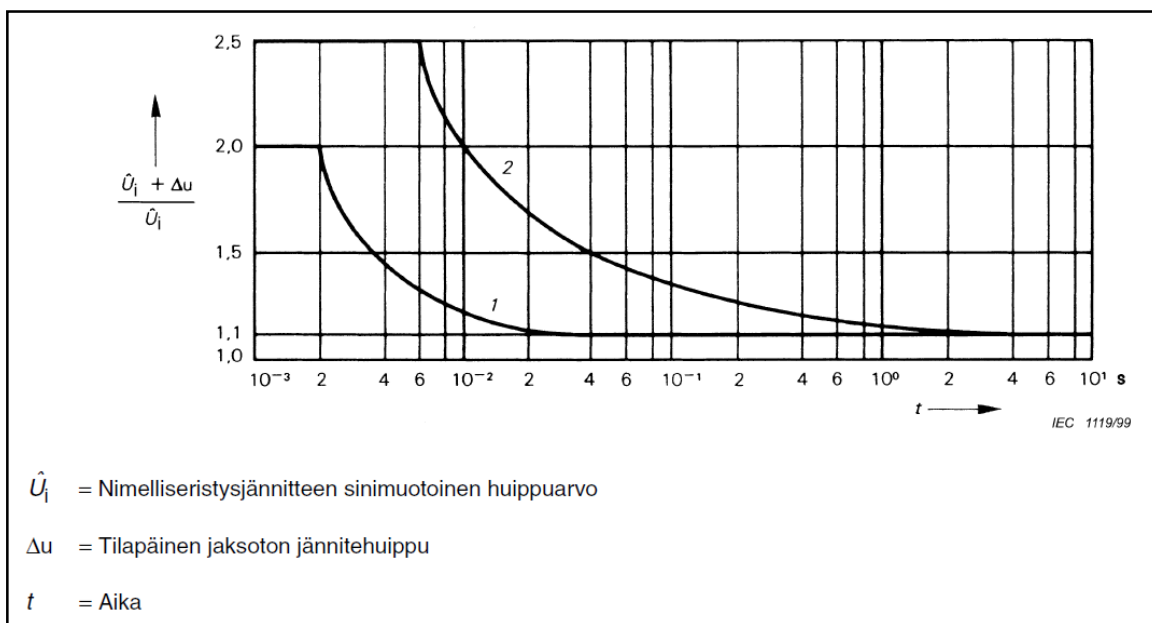
Standardi antaa elektroniikkalaitteen syöttöjännitteelle suurimmat sallitut vaihtelurajat. Mikäli vaihtelurajoista poiketaan, tulee asia sopia valmistajan ja tilaajan kesken. (SFS-EN 60439-1.)



Standardissa esitetyt syöttöjännitteen vaihtelurajat ovat seuraavat:

- kun virtalähteenä on paristo tai akku, vaihtelurajat nimellisyännitteeseen nähden  $\pm 15\%$
- vaihtosähkö-virtalähteellä vaihteluraja nimelliseen syöttöjännitteeseen nähden  $\pm 10\%$
- tasasuunnatulla vaihtosähköllä nimelliseen syöttöjännitteeseen nähden  $\pm 10\%$

Standardin mukaan keskuksien on suunniteltava sellaisiksi, että ne ovat käyttövarmoja epäsäännöllisten ylijännitteiden esiintyessä keskuksen syöttöliittimissä, tiettyyn rajaan asti. Kuviossa 1 on esitetty standardin SFS-EN 60439-1 esittämät jänniterajat. Keskuksen on oltava käyttövarma käyrän 1 alapuolelle jäävillä ylijännitteillä. Mikäli ylijännite sijoittuu käyrien 1 ja 2 väliin, keskuksen käyttö saa keskeytyä keskusta suojaavan laitteen toimiessa. Keskus ei saa kuitenkaan vahingoittua, ellei ylijännite ylitä arvoa  $2 U_i + 1\text{kV}$ . (SFS-EN 60439-1.)

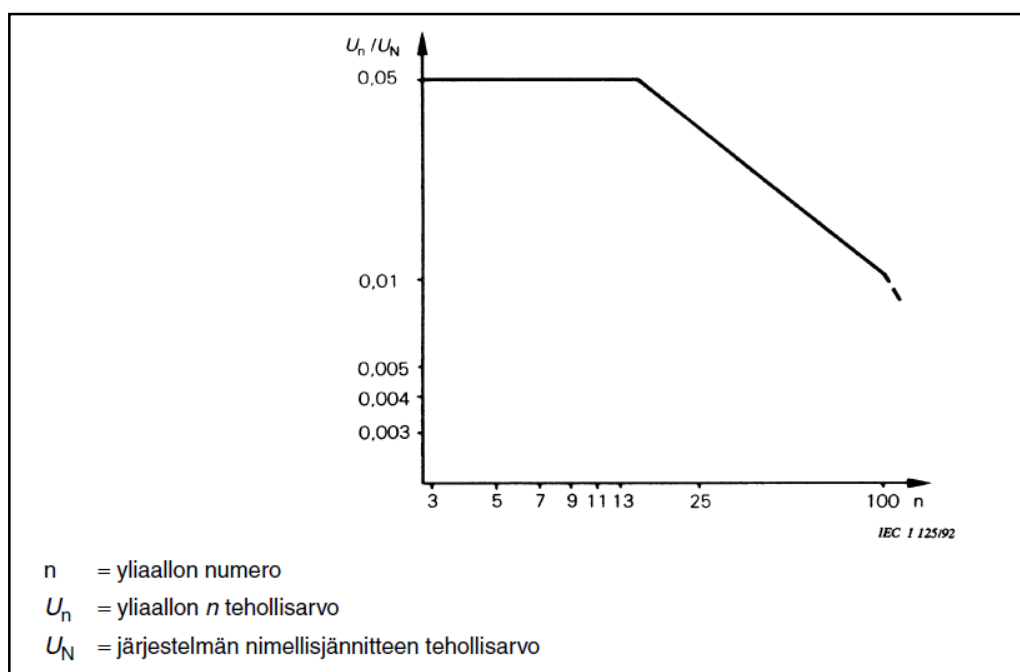


KUVIO 1. Standardissa esitetyt ylijännitteen rajat keskuksen syöttöliittimissä. (SFS-EN 60439-1).

Keskuksen elektroniikkalaitteiden on toimittava vahingoittumana, mikäli verkon taajuusvaihtelut ovat enintään  $\pm 1\%$  nimellistajuuudesta. Mikäli tarvitaan laajempaa vaihtelutoleranssia, tulee siitä sopia erikseen. Syöttöjännitteen hetkellistä alenemaa elektro-

niikkalaitteiden on kestettävä vahingoittumana 15 % nimellisjännitteeseen nähden enintään 0,5 s aika. Keskuksen valmistajan tulee ilmoittaa pisin sallittu jännitekatkoksen aika. (SFS-EN 60439-1.)

Elektroniikkalaitteita sisältävän keskuksen syöttävän vaihtojännitteen harmoniset yliaallot tulee rajoittaa standardissa esitettyihin arvoihin. Harmonisten yliaaltojen suhteellinen määrä ei saa ylittää 10%. Harmonisten komponenttien arvot eivät saa ylittää kuviossa 2 esitettyjä arvoja. (SFS-EN 60439-1.)



KUVIO 2. Harmonisten komponenttien suurimmat sallitut arvot (SFS-EN 60439-1).

### 3.11. Sähkömagneettinen yhteensopivuus

Sähkökeskukset jaetaan sähkömagneettiselta yhteensopivuudeltaan kahteen eri ympäristöryhmään, ympäristö A ja ympäristö B. Keskuksen valmistajan on ilmoitettava se ympäristöolojen luokka (A tai B), johon keskus soveltuu. (SFS-EN 60439-1.)

Ympäristö A käsittää muut kuin yleiset pienjänniteverkot. Tähän ympäristöluokkaan kuuluu teollisuuden pienjänniteverkot, tilat ja asennukset sekä voimakkaat häiriölähteet. Ympäristö A vastaa laiteluokkaa A standardeissa CISPR 11 ja IEC 61000-6-4. (SFS-EN 60439-1.)

Ympäristöluokan A:n tiloille on ominaista:

- suuret virrat ja siten voimakkaat magneettikentät
- usein tapahtuva suurien induktiivisten ja kapasitiivisten virtojen kytkentä
- tuotanto-, tutkimus- ja lääkintälaitteiden tai työstökoneiden esiintyminen. (SFS-EN 60439-1.)

Ympäristö B käsittää yleiseen sähköjakeluun käytetyn pienjännitejakeluverkon, kuten kaupan, asumisen ja kevyen teollisuuden tilat sekä asennukset. Tässä ympäristössä ei ole voimakkaita häiriölähteitä. Ympäristö B vastaa laiteluokkaa B standardeissa CISPR 11 ja IEC 61000-6-3. (SFS-EN 60439-1.)

Ympäristöluokan B tiloiksi voidaan lukea mm:

- asuinkiinteistöt
- vähittäismyyntitilat (esim. kaupat)
- liiketilat (esim. toimistot, pankit)
- yleisön kokoontumistilat (esim. elokuvateatterit, ravintolat)
- ulkona olevat tilat (esim. huoltoasemat, urheilukeskukset)
- kevyen teollisuuden tilat (esim. työpajat, laboratoriot) (SFS-EN 60439-1.)

### **3.12 Asennusjärjestelyt**

Keskuksen valmistajan tulee ilmoittaa keskuksen mukana toimitetuissa ohjeissa ne toimenpiteet, jotka ovat erityisen tärkeitä asianmukaisen ja oikean asennuksen, kuljetuksen ja käytön kannalta (SFS-EN 60439-1). Tarvittaessa keskus tulee varustaa sopivilla nostosilmukoilla tai kuljetusalustalla (SFS-EN 62208).

Mikäli keskukseen kohdistuu normaalista poikkeavia ympäristöolosuhteista varastoinnin tai kuljetuksen aikana, tulee keskusvalmistajan ja tilaajan kesken sopia tarpeellisista toimenpiteistä. Ellei toisin sovita, ovat lämpötilarajat kuljetuksen ja varastoinnin aikana  $-25^{\circ}\text{C}$  -  $+55^{\circ}\text{C}$  ja lyhyiden, enintään 24 tunnin jaksojen aikana korkeintaan  $+70^{\circ}\text{C}$ . Keskukseen ei saa tulla pysyviä vikoja em. lämpötiloissa ja kuljetuksen tai varastoinnin jälkeen keskuksen on toimittava moitteettomasti standardin määrittelemissä oloissa. (SFS-EN 60439-1.)

## 5 JAKOKESKUKSEN STANDARDINMUKAINEN TARKASTUS

### 5.1. Jakokeskukselle suoritettavat testit

Jakokeskuksen ominaisuudet määritellään tyyppi- ja kappaletestein. Tyypitesteillä todennetaan, että tietty keskusrakenne täyttää standardissa esitetyt vaatimukset. Tyypit testit suoritetaan, joko keskukselle tai sitten vastaavanlaisena valmistetulle osalle. Keskuksen laitteille tai laiteyhdistelmille ei tarvitse suorittaa tyypitestejä, jos ne täyttävät asianmukaisen IEC-standardin ja ne ovat asennettu valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tyypit testit tulee suorittaa keskusvalmistajan aloitteesta. (SFS-EN 60439-1.)

Kappaletestien tarkoituksena on materiaali- ja valmistusvikojen etsiminen. Kappaletestit tehdään jokaiselle valmistetulle keskukselle. Mikäli keskus kuljetetaan osissa, suoritetaan kappaletestit jokaiselle kuljetusyksikölle. Vaikka kappaletestejä ei tarvitse uusia asennuspaikalla, ei tämä vapauta keskuksen asentavaa urakoitsijaa velvollisuudestaan tarkastaa keskusta kuljetuksen ja asennuksen jälkeen. (SFS-EN 60439-1.)

Keskus, joka kootaan standardikomponenteista tai -osista muualla kuin em. komponenttien tai osien valmistajan tehtaalla, tulee keskukselle tehdä kappaletestit keskuksen valmistajan toimesta. Kappaletestit tulee suorittaa vaikka koko keskuksen kokoonpanoon käytettäisiin ainoastaan tietyn valmistajan komponentteja ja osia. Keskuksen valmistajalla tarkoitetaan aina keskuksen kokoonpanijaa. (SFS-EN 60439-1.)

Tyypit testattaville ja osittain tyypit testattaville keskuksille tehtävien tarkastusten ja testien luettelo on esitetty taulukossa 4. Testit voidaan tehdä missä järjestyksessä tahansa. (SFS-EN 60439-1.)

TAULUKKO 4. Keskukselle tehtävät tarkastukset (SFS-EN 60439-1).

Testattava ominaisuus	Tyypitettävä keskus (TTA)	Osittain tyypitettävä keskus (PTTA)
Lämpeneminen	Lämpenemistesti (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin tai ekstrapoloimalla
Jännitekestävyys	Jännitekestävyydesti (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin tai eristysresistanssin tarkastus
Oikosulunkestävyys	Oikosulun kestävyden testaus (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin tai ekstrapolointi samanlaisesta tyyppitestatusta keskuksista
Suojajohdinliittimen ja jännitteellealttiiden kosketeltavien osien välinen suojamaadoitusyhteys	Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkastus jännitteelle alttiiden osien ja suojapiirin väliltä	kuten tyypitettävätkin
Suojamaadoituspiirin oikosulunkestävyys	Suojamaadoituspiirin oikosulunkestävyyden testaus (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin tai suojamaadoituksen mitoituksen ja asennuksen tarkastus
Ilma- ja pintavälit	Ilma- ja pintavälien tarkastus (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin
Mekaaninen toiminta	Mekaanisen toiminnan tarkastus (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin
Kotelointiluokka	Kotelointiluokan tarkastus (tyyppitesti)	kuten tyypitettävätkin
Johdotus, sähköinen toiminta	Keskuksen ja sen johdotuksen tarkastus ja tarvittaessa sähköisen toiminnan testaus (kappaletesti)	kuten tyypitettävätkin
Eristys	Jännitetesti (kappaletesti)	kuten tyypitettävätkin tai eristysresistanssin mitta
Suojausmenetelmät	Suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirin sähköisen jatkuvuuden testaus (kappaletesti)	Suojamenetelmien tarkistus
Eristysresistanssi		Eristysresistanssin mitta, ellei jännite- ja eristystestejä ole tehty.

## 5.2. Lämpenemistesti

### 5.2.1 Testin taustat

Lämpenemistestin avulla tarkastetaan, ettei keskuksen eri osien lämpenemisrajoja ylitetä. Keskuksen suurimmat sallitut lämpenemisrajat, enintään 35 °C -ympäristön keskilämpötilassa, on esitetty taulukossa 5. (SFS-EN 60439-1.)

Taulukko 5. Keskuksen eri osien suurimmat lämpenemisrajat (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen osat	Lämpeneminen (K)
Sisäänrakennetut komponentit <sup>1)</sup>	Kunkin komponentin omien tuotestandardien mukaan, tai komponentin valmistajan ohjeiden <sup>6)</sup> mukaan, ottaen huomioon keskuksen sisätilan lämpötila
Ulkoisten eristettyjen johtimien liittimet	70 <sup>2)</sup>
Kokoomakiskot ja johtimet, kokoomakiskoihin kytkettävien ulosotettavien ja ulosvedettävien yksikköjen kytkentäkoskettimet	Lämpenemistä rajoittavat: — johdinaiseen mekaaninen lujuus <sup>7)</sup> — mahdollinen lämmön johtuminen lähellä olevaan laitteeseen — johtimeen kosketuksessa olevan eristysaineen sallittu lämpeneminen — johtimen lämpötilan vaikutus siihen liitettyyn laitteeseen — kytkentäkoskettimien aine ja kosketuskohtien pintakäsittely
Ohjaukahva tms. käyttöelin (ohjain)	
— metallia	15 <sup>3)</sup>
— eristysainetta	25 <sup>3)</sup>
Kosketeltavissa olevat ulkoiset kotelot ja kannet	
— metallipinnat	30 <sup>4)</sup>
— eristysaineiset pinnat	40 <sup>4)</sup>
Erilliset pistokeliitännät	Rajoitetaan arvoon, joka sallitaan sen laitteen komponenteille, jonka osa pistokeliitäntä on <sup>5)</sup>
<sup>1)</sup> Käsite "sisäänrakennettu komponentti" tarkoittaa: — tavanomaista kytkin- tai ohjauslaitetta — elektroniikkaosaa (esim. tasasuuntaussilta, painettu piiri) — kojeen osat (esim. säädin, vakiojännitelähde, operaatiovahvistin) <sup>2)</sup> Lämpötilan nousun arvo 70 K perustuu kohdan 8.2.1 mukaiseen testaukseen. Kun keskusta käytetään tai se testataan asennuspaikan olosuhteiden mukaan, liitännät voivat olla malliltaan, laadultaan ja järjestelyltään erilaisia kuin kohdan 8.2.1 mukaisessa testauksessa. Tällöin voi esiintyä ja voidaan vaatia tai sallia erilaisia lämpenemisiä. Kun keskuksen komponentin liittimet toimivat ulkoisten eristettyjen johtimien liittiminä, on sovellettava vastaavia alimpia lämpenemisrajoja. <sup>3)</sup> Keskuksen sisässä olevalle ohjaukahvalle, joka on kosketeltavissa vasta kun kansi tms. on avattu, esim. harvoin käytettävät ulosvetokahvat, sallitaan 25 K suurempi lämpeneminen. <sup>4)</sup> Ellei toisin mainita, kansille ja koteloille, jotka ovat kosketeltavissa, mutta joita ei tarvitse koskettaa normaalikäytön aikana, sallitaan näihin lämpenemisrajoihin 10 K lisäys. <sup>5)</sup> Tämä sallii jonkinasteisen liikkumisvaran laitteille (esim. elektroniikkalaitte), joiden lämpenemisrajat poikkeavat kytkinlaitteita koskevista rajoista. <sup>6)</sup> Keskuksen valmistajan on annettava lämpötilan rajat kohdan 8.2.1 mukaiseen lämpenemistestiin. <sup>7)</sup> Paljaiden kiskojen ja johtimien suurinta sallittua lämpenemistä 105 K ei saa ylittää olettaen, että kaikki muut luetellut kriteerit täyttyvät. 105 K liittyy lämpötilaan, jonka yläpuolella voi alkaa esiintyä kuparin meltautumista (pehmenemistä).	

Lämpenemistesti suoritetaan normaalisti nimellisvirran arvoilla kojeiden ollessa asennettuna keskukseseen. Testin aikana keskus tulee olla asennettuna normaalikäyttöä vastaavasti. Testi voidaan myös suorittaa hyväksikäyttäen lämmitysvastuksia, joilla aikaansaadaan keskukseseen asennettuja kojeita vastaava häviöteho. Keskuksen eri osien, kuten asennuslevyjen, kennojen ja koteloiden testaaminen erillisinä on sallittu. Tällöin tulee varmistua siitä, että testit suoritetaan lopullista rakennetta vastaavassa ympäristössä. (SFS-EN 60439-1.)

Erillisten virtapiirien lämpenemistesti on suoritettava sillä virtalajilla ja taajuudella, joille ne on tarkoitettu. Testaukseen käytettävän jännitteen on oltava sellainen, että piirin läpi kulkee standardin edellyttämä virta. Testi suoritetaan yhdelle tai useammalle virta-

piiriyhdistelmälle, joille keskus on suunniteltu. Virtapiirit tulee valita siten, että niiden testauksella saavutetaan riittävän tarkasti suurin mahdollinen lämpeneminen. (SFS-EN 60439-1.)

Avorakenteisille keskuksille ei tarvitse suorittaa lämpenemistestiä, mikäli yksittäisten osien tyyppitestien tai keskuksen lopullisen kokoonpanon perusteella, on ilmeistä, ettei liiallista lämpenemistä tapahdu. (SFS-EN 60439-1.)

### **5.2.1 Testin suorittaminen**

Lämpenemistestissä syöttöpiirejä kuormitetaan niiden nimellisvirralla niin kauan, että lämpötila saavuttaa vakioarvon (vaihtelu alle 1K tunnissa). Lämpötilojen mittauksiin käytetään termoelementtejä tai lämpömittareita. Käämien lämpötilat mitataan resistanssin muutoksen avulla. (SFS-EN 60439-1.)

Ympäristön lämpötila tulee mitata testijakson viimeisen neljänneksen aikana, vähintään kahdella lämpömittarilla tai termoelementillä. Testilaitteet tulee sijoittaa keskuksen vastakkaisille puolille, suunnilleen puoleenväliin keskuksen korkeutta ja noin 1m etäisyydelle siitä. Mittalaitteet tulee suojata ulkoisilta ilmapvirtauksilta ja lämpösäteilyltä. Mikäli ympäristön lämpötila ei ole testin aikana  $+10^{\circ}\text{C}$  ja  $+40^{\circ}\text{C}$  välillä, standardin SFS-EN 60439-1 lämpötilojen raja-arvoja ei voi soveltaa. Tällöin valmistajan ja tilaajan kesken tulee erikseen sopia käytettävistä lämpenemisarvoista. (SFS-EN 60439-1.)

## **5.3 Jännitetestit**

Jännitetesti tulee suorittaa tyyppitestaamattomalle keskukselle tai keskuksen osalle jota ei ole tyyppitestattu. Jännitetestiä ei tarvitse suorittaa keskukselle, joka on jo osittain tyyppitarkastettu. (SFS-EN 60439-1.)

Eristysaineiselle kotelolle tulee suorittaa ylimääräinen jännitetesti, mikäli valmistaja ei ole ilmoittanut nimellissyökykestoja jännitettä  $U_{imp}$  keskukselle. Ylimääräisessä jännitetestissä koteloinnin ulkopinnalle asennetaan folio kotelon aukkojen ja saumakohtien päälle. Testijännite kytketään folion sekä koteloinnissa lähinnä olevien aukkojen ja

saumojen läheisyydessä olevien jännitteisten tai jännitteelle alttiiden osien välille. Testijännite tulee testin aikana olla standardin SFS-EN 60439-1 mukainen. Lisäksi keskuksen ulkopuoliset eristyskahvat tulee testata samalla periaatteella. Testit katsotaan läpäistyiksi mikäli yli- tai läpilyöntejä ei tapahdu. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli valmistaja on ilmoittanut keskukselle nimellissyöksykestojaännitteen  $U_{imp}$ , tulee keskukselle suorittaa syöksykestojaännitetesti. Testattavan keskuksen tulee olla valmiiksi asennettuna omalle alustalleen tai normaalikäyttöä vastaavalle alustalle. Testissä tulee testata jokainen eristysaineinen käyttöelin. Testin aikana jokainen laitteen rakenteeseen kuuluva ei-metallinen kotelo, joka on tarkoitettu käytettäväksi ilman lisäkoteloa, tulee peittää runkoon tai alustaan yhdistetyllä metallifoliolla. (SFS-EN 60439-1.)

Testijännitteellä testataan, ettei tahattomia läpilyöntejä tapahdu seuraavien osien välillä:

- keskuksen jännitteisten osien ja jännitteelle alttiiden osien välillä
  - pääpiirien ja apupiirien välillä
  - pääpiiriin kytkemättömien ohjaus- ja apupiirien sekä pääpiirien, muiden piirien, jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien, koteloinnin ja asennusalueen välillä
  - ulosvedettävien ulosyksiköiden tapauksessa avausvälin yli, syöttöpuolen ja ulosvedettävän osan välillä tai syöttöliittimen ja vastaavan lähtöliittimen välillä.
- (SFS-EN 60439-1.)

Testi katsotaan läpäistyksi jos testin aikana ei tapahdu tahattomia läpilyöntejä. Läpilyönnillä tarkoitetaan sähköisen rasituksen alaisen eristyksen pettämisilmiötä, jossa purkaus ulottuu koko testin alaisen eristyksen läpi pienentäen elektrodien välisen jännitteen nollaan tai lähelle sitä. (SFS-EN 60439-1.)

## **5.4. Oikosulun kestävyys testaus**

### **5.4.1 Testin taustat**

Tyypitestatun keskuksen oikosulunkestävyys tulee määrittää testein. Testi tulee suorittaa kaikille keskuksen piireille, lukuun ottamatta muutamia poikkeuksia. Kuitenkin riippuen keskuksen rakennetyypistä, katsotaan yhden ainoan toimintayksikön testaaminen



riittäväksi, mikäli muut toimintayksiköt on rakennettu samalla tavalla. Tämä ei kuitenkaan koske kiskostojen testauksia. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen oikosulunkestävyyttä ei tarvitse määrittää, mikäli keskuksen terminen tai ehdollinen nimelliskestovirta on enintään 10kA. Oikosulunkestävyyttä ei myöskään tarvitse määrittää, mikäli keskus on suojattu virtaa rajoittavilla laitteilla siten, että oikosulkuvirran huippuarvo ei ylitä keskuksen syöttöliittimissä 17kA laitteiden nimellisellä katkaisukykyarvolla. (SFS-EN 60439-1.)

Oikosulunkestävyyden määrittämistä ei tarvitse suorittaa niille keskuksen apupiireille, jotka on liitetty muuntajaan, jonka oikosulkuimpedanssi on vähintään 4% ja kun vähintään toinen seuraavista ehdoista täyttyy:

- Muuntajan nimellisteho vähintään 10 kVA ja toision jännite vähintään 110 V
- Muuntajan nimellisteho 1,6 kVA ja toision nimellisjännite enintään 110V (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen osa, joka on tyyppitestattu keskuksen sisäisiä olosuhteita käytön aikana vastaavaksi, ei tarvitse testata. Keskuksen osilla tarkoitetaan kokoomakiskoja, kiskotukia, syöttö- ja lähtöyksiköitä, kytkinlaitteita jne. Tällaisia tyyppitestattuja laitteita on esimerkiksi katkaisija, jonka ehdollinen nimellisoikosulkuvirta on standardin IEC 60947-3 mukainen ja moottori-käynnistin, joka on oikosulkusuojattu standardin IEC 60947-4-1 mukaisesti. (SFS-EN 60439-1.)

#### **5.4.2. Testien suorittaminen yleisesti**

Testin aikana keskus tai sen osa on oltava asennettuna normaalia käyttöä vastaavalla tavalla. Mikäli testipiirissä käytetään varokkeita, valitaan testeihin nimellisvirraltaan suurimmat sulakkeet, jotka vastaavat ko. virtapiirin nimellisvirtaa. Tarvittaessa on käytettävä keskuksen valmistajan ilmoittamia sulaketyyppejä. Keskusten testauksessa tarvittavilla syöttöjohtimilla ja oikosulkukytkennoillä on oltava riittävä oikosulunkestävyys ja ne on asennettava siten, etteivät ne aiheuta lisärasituksia keskukseen. Ellei toisin ole sovittu, syötetään oikosulkuvirta keskuksen syöttöyksikön liittimiin. Kolmivaiheisia keskuksia tulee syöttää kolmivaiheisesti. (SFS-EN 60439-1.)

Kaikki keskuksen osat (myös kotelointi), jotka käytön aikana on tarkoitettu yhdistettäväksi suojajohtimeen, on kytkettävä seuraavasti:

- keskuksat, joita voidaan käyttää kolmivaiheisissa nelijohdin-järjestelmissä (tähtipiste maadoitettu) ja jotka on vastaavasti merkitty, yhdistetään syötön tähtipisteeseen tai keinotekoiseen induktansseilla (induktanssien läpi on voitava kulkea vähintään 1500A prospektiivinen vikavirta) tehtyyn tähtipisteeseen.
- keskuksat, joita voidaan käyttää myös kolmivaiheisessa kolmijohdin- tai kolmivaiheisessa nelijohdinjärjestelmässä ja jotka on merkitty vastaavasti, yhdistetään siihen vaiheeseen, jossa valokaarimaasulun syntyminen on vähiten todennäköistä. (SFS-EN 60439-1.)

Oikosulunkestoisuuden mitoituksessa on tarkistettava dynaaminen ja terminen rasitus prospektiivisen virran avulla. Prospektiivinen virta on yhtä suuri kuin terminen nimelliskestovirta ( $I_{cw}$ ), dynaaminen nimelliskestovirta ( $I_{pk}$ ), ehdollinen nimellisoikosulkuvirta ( $I_{cc}$ ) tai valmistajan ilmoittama sulakkeen rajoittama ehdollinen nimellisoikosulkuvirta ( $I_{cf}$ ). (SFS-EN 60439-1.)

Prospektiivinen oikosulkuvirran arvo määritetään kalibrointioskillogrammista syöttöjännitteellä, joka on 1,05-kertainen nimelliseen käyttöjännitteeseen nähden. Kalibrointioskillogrammi kytketään keskuksen sisälle syöttöjohtimiin, jotka oikosuljetaan niin läheltä keskuksen syöttöliittimiä liitoksella, jonka impedanssi on merkityksettömän pieni. Oskillogrammista tulee ilmetä, että virta pysyy vakiona ja on mitattavissa ajan, joka vastaa keskuksessa olevan suojalaitteen toimimisaikaa tai erikseen määrättyä aikaa. Virran on vastattava seuraavaa arvoa:

Oikosulkuvirran kesto aika on testin aikana oltava seuraava:

- Keskuksilla, jotka on suojattu syöttöyksikköön tai muualle sijoitetuilla oikosulkulaitteilla, on testausjännite kytkettävä riittävän pitkäksi ajaksi, että oikosulkusuojalaite voi toimia ja selvittää vian, eikä missään tapauksessa lyhyemmäksi kuin 10 jakson ajaksi.
- Keskuksilla, joiden syöttöyksiköissä ei ole oikosulkusuojalaitetta tulee terminen nimelliskestovirran oikosulun kestoajan olla 1 sekunti, ellei valmistaja toisin ilmoita. (SFS-EN 60439-1.)

Suojaerotettuja keskuksia lukuun ottamatta testattavan keskuksen testauspiirissä on oltava luotettava ilmaisin vikavirran ilmaisemiseksi. Luotettava ilmaisin voi olla esimerkiksi sulakelankana toimiva 0,8mm halkaisijaltaan ja pituudeltaan vähintään 50mm kuparilanka. Sulakepiirin prospektiivisen vikavirran arvo on normaalisti oltava  $1500\text{A} \pm 10\%$ . Pienillä laitteilla prospektiivisen vikavirran arvo voi olla pienempi kuin 1500A, vastaavien tuotestandardien mukaisesti. Keinotekoisella tähtipisteellä varustetun syötön yhteydessä, voidaan valmistajan suostumuksella hyväksyä pienempi prospektiivisen vikavirran arvo, kuin 1500A. Molemmissa tapauksissa kuparilangan sulaminen tulisi tapahtua vaihtosähköllä (45–67 Hz) suunnilleen puolijakson aikana. Sulakelankapiirin prospektiivisen vikavirran ja kuparilangan halkaisijan vastaavuus on esitetty taulukossa 6. (SFS-EN 60439-1.)

Taulukko 6. Kuparilangan halkaisijan ja prospektiivisen vikavirran välinen yhteys (SFS-EN 60439-1).

Kuparilangan halkaisija (mm)	Sulakepiirin prospektiivinen vikavirta (A)
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1500

#### 5.4.2. Pääpiirin testaus

Keskuksen pääpiirien oikosulunkestävyys on testattava. Keskuksia, joita ei ole varustettu kokoomakiskoilla ja joita ei ole aikaisemmin tarkoituksenmukaisesti testattu, tulee testata seuraavasti:

1. Lähtevän virtapiirin testauksessa liittimet oikosuljetaan toisiinsa ruuviliitoksella
2. Mikäli lähtöpiirin suojalaitteena on katkaisija, voidaan käyttää sivuvastusta rinnan oikosulkuvirran asetteluun käytettävän kuristimen kanssa
3. Enintään nimellisvirraltaan 630A katkaisijoita varten tulee testipiirissä käyttää 0,75m pitkää kaapelia, jonka poikkipinta-ala vastaa termistä rajavirtaa.
4. Kytkinlaite suljetaan ja pidetään suljettuna normaalin käytön mukaisesti

5. Testausjännite kytketään niin pitkäksi ajaksi, että lähtöyksikössä oleva oikosulkusuoja ehtii toimia katkaistakseen vikatilanteen.
6. Testipiirin tulee olla jännitteinen vähintään 10 jakson ajan. (SFS-EN 60439-1.)

Välittömästi tämän testin suorittamisen jälkeen tulee keskuksen pysyä siinä kunnossa, että se läpäisee jännitetestin. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksille, joissa on kokoomakiskosto, tulee suorittaa lisätesti. Lisätestillä tarkistetaan kokoomakiskoston ja siihen liitetyn syöttöpiirin sekä piirissä mahdollisesti olevien liitosten oikosulunkestoisuus. Oikosulkukohdan tulee olla 1,6-2,4 metrin etäisyydellä lähimmästä syöttökohdasta. Kun määritetään nimelliskestovirtaa ja dynaamista nimelliskestovirtaa voidaan tätä etäisyyttä pidentää. Tällöin testi tulee suorittaa pienemmällä jännitteellä testivirran ollessa nimellisvirta. Jos kokoomakiskoston pituus on alle 1,6m eikä keskusta ole tarkoitettu laajennettavaksi, on koko kiskosto testattava. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että oikosulku tehdään kiskostojen päissä. Jos kiskosto koostuu erilaisista osista, on jokainen osa testattava erikseen. (SFS-EN 60439-1.)

Kokoomakiskoilla varustettujen keskusten nollakiskon oikosulunkestävyys testataan yhdellä testillä lähimmän, mahdollisesti liitoksia sisältävän vaihekiskon suhteen. Nollakisko oikosuljetaan vaihekiskoon testin ajaksi. Mikäli valmistajan ja tilaajan kanssa ei sovita toisin, tulee nollakiskon testausvirran olla 60% kolmivaihetestin vaiheoikosulkuvirrasta. (SFS-EN 60439-1.)

Testien jälkeen johtimissa ei saa näkyä haitallisia muodon muutoksia. Kiskostoille sallitaan vähäiset muodonmuutokset, edellyttäen että vaadittavat pinta- ja ilmavälit säilyvät testin jälkeenkin. Keskuksen eristyksissä ja tukirakenteissa olevissa eristeseoksissa ei saa näkyä mitään merkittäviä vahingoittumia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että oleelliset ominaisuudet ovat testin jälkeenkin sellaiset, että keskuksen mekaaninen lujuus ja jännitekestävyys täyttävät standardin vaatimukset. (SFS-EN 60439-1.)

Testin tuloksia arvioitaessa tulee huomioida myös seuraavat asiat:

1. Testin aikana ei saa esiintyä maasulkuvirtaa
2. Johtimien liittämiseen käytetyt osat eivät saa irrota eivätkä löystyä
3. Johtimia ei saa irrota ulkoisten johtojen liittimistä

4. Kotelointiin ei saa syntyä sellaisia muodonmuutoksia, jotka huonontavat kotelointiluokkaa tai alentavat sallittuja vapaita ilmavälejä
5. Ulosvedettävien ja ulosotettavien yksiköiden käyttö ei saa vaikeutua rakenteiden ja kiskostojen muodonmuutoksista johtuen
6. Epäilyttävissä tapauksissa tulee tarkistaa, että keskuksen komponentit ovat pysyneet niitä koskevien määräysten mukaisessa kunnossa. (SFS-EN 60439-1.)

## **5.5. Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkastaminen**

### **5.5.1 Testin taustaa**

Keskukselta on tarkistettava, että kaikki keskuksen jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suojamaadoituspiiriin tehokkaasti ja että resistanssi syöttöpiirin suojajohtimen ja kunkin jännitteelle alttiin osan välillä on riittävän pieni. Resistanssi suojajohtimen ja kunkin jännitteelle alttiin osan välillä ei saa ylittää arvoa  $0,1 \Omega$ . (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen suojamaadoituspiirien oikosulunkestävyys tulee testata, ellei virtapiiri ole sellainen, että oikosulunkestävyyden testausta ei vaadita (katso luku 5.4). Testatessa suojamaadoituspiirin oikosulunkestävyyttä on kaikkien testijärjestelyjen oltava kuten luvussa 5.4. (SFS-EN 60439-1.)

Suojamaadoituspiirin jatkuvuus ja oikosulunkestävyys eivät saa merkittävästi heikentyä riippumatta siitä onko suojamaadoituspiirinä kojeiston runko vai erillinen suojajohdin. Silmämääräisen tarkastuksen ohella tämä voidaan varmistaa kuormittamalla suojamaadoituspiiriä vastaavan lähtöyksikön termisellä nimellisviralla. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli keskuksen runkoa käytetään suojajohtimenä, on kipinäointi ja paikallinen kuumentuminen sallittuja liitoskohdissa edellyttäen, että liitosten sähköinen johtavuus ei heikene ja että läheisyydessä olevat syttyvät osat eivät syty palamaan. (SFS-EN 60439-1.)

Ennen testiä ja testin jälkeen suoritettujen vastusmittausten tulosten vertailu antaa kuvan suojamaadoituspiirin kunnosta. Vastus mitataan suojajohtimen liittimen ja vastaavan lähtöyksikön suojajohdinliittimen väliltä. (SFS-EN 60439-1.)

### 5.5.2 Testin suorittaminen

Jokainen testattava lähtöyksikkö varustetaan suojalaitteella, joka on tarkoitettu ko. lähtöön. Jos suojalaitteevaihtoehtoja on useampia, valitaan testeihin sellainen tyyppi, joka ajoittaa vähiten oikosulkuvirran huippuarvoa ja jonka rajoittamasta virrasta laskettu  $I^2t$ -arvo on suurin. Testi voidaan suorittaa myös niin, että suojalaite on sijoitettuna keskuksen ulkopuolelle. (SFS-EN 60439-1.)

Tarkastus suoritetaan käyttämällä resistanssin mittauslaitetta tai järjestelyä, joka pystyy syöttämään vähintään 10A virran vaihto- tai tasasähköllä  $0,1\Omega$  impedanssiin resistanssin mittauskohtien välillä. Testausaika voi olla tarpeellista rajoittaa 5 sekuntiin, koska testillä voisi muutoin olla haitallinen vaikutus pienivirtaisiin laitteisiin. (SFS-EN 60439-1.)

Suojamaadoituspiirin oikosulunkestävyyttä testatessa yksivaiheinen virtalähde liitetään yhden vaihejohtimen syöttöliittimeen ja tulevan suojajohtimen liittimen välille. Mikäli keskuksessa on erillinen suojajohdin, kytketään virtalähde ko. suojajohtimen ja tätä lähinnä olevan vaihejohtimen välille. Jokaiselle syöttöyksikölle tehdään erillinen oikosulkutesti, jossa ko. yksikön lähtevä vaiheliitin ja vastaava lähdon suojajohtimen liitin on oikosuljettu ruuviliitoksella. (SFS-EN 60439-1.)

Testien aikana tulee ottaa seuraavat asiat huomioon:

- Suojamaadoituspiirin oikosulunkestävyyttä testatessa on keskuksen rungon oltava eristetty maasta
- Testijännitteen on vastattava nimellisen käyttöjännitteen yksivaihearvoa
- Käytettävän prospektiivisen oikosulkuvirran on oltava 60 % keskuksen testatusta kolmivaiheisen prospektiivisen oikosulkuvirran arvosta. (SFS-EN 60439-1.)

### 5.6. Ilma- ja pintavälien tarkastus

Tarkastettavasta keskuksesta tulee tarkistaa, että ilma- ja pintavälit ovat standardissa SFS-EN 60439-1 esitettyjen vaatimusten mukaiset. Mikäli keskukseseen kuuluu ulosvedettäviä yksiköitä, ilma- ja pintavälien riittävyys on tarpeellista tarkastaa testausasennon lisäksi myös erotusasennossa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen kokoonpanossa on otettava huomioon, että laitteille standardisoidut pintavälit, vapaat ilmapälit ja nimellinen syöksykestoajännite  $U_{imp}$  säilyvät myös laitteille tarkoitetuissa käyttötilanteissa. Eristettävien jännitteisten johtimien ja liitosten vapaiden ilmapäliden ja pintaväliden tai syöksykestoajännitteiden on vastattava vähintään niihin kytketyille laitteille ao. standardeissa vaadittuja arvoja. Epänormaalit tilanteet, kuten oikosulku eivät saa pysyvästi pienentää etäisyyksiä kiskojen tai muiden liitäntöjen välillä niihin suoraan kytketyille laitteille määriteltyjä arvoja pienemmiksi (poislukien kaapelit). Standardi SFS-EN 60439-1 antaa vähimmäisarvoja keskuksien ilmapäleille ja testijännitteille, joiden syöksyjännitekestoisuus on testattu standardin mukaisesti. (SFS-EN 60439-1.)

Testattavan keskuksen ulosvedettävien toimintayksiköiden erotusvälin on oltava vähintään ao. erotinstandardissa (ks. IEC 60947-3) uusille laitteille vaaditun erotusvälin mukainen. Mitoissa on otettava huomioon valmistustoleranssit sekä kulumisen aiheuttamat muutokset. (SFS-EN 60439-1.)

Kun valmistaja on ilmoittanut keskuksen virtapiirien syöksykestoajännitteet, on em. virtapiirien läpäistävä sekä syöksyjännitetesti että pintaväliden tarkastelu. Tällöin ovat voimassa seuraavat vaatimukset:

- Pääpiirin syöksykestoajännite
  - a. Jännitteisten osien ja maadoitettavaksi tarkoitettujen osien ilmapäliden on kestävä standardissa SFS-EN60439-1 annettu nimellistä syöksykestoajännitettä vastaava jännite.
  - b. Erotusasennossa olevan ulosvedettävän yksikön avoimien koskettimien ilmapäliden on kestävä standardissa SFS-EN 60439-1 mukainen nimellistä syöksykestoajännitettä vastaava testijännite.
  - c. Kohdissa a) ja/tai b) esitettyihin ilmapäleihin liittyvien keskuksen kiinteiden eristyksien on kestävä edellä vastaavissa kohdissa (a ja/tai b) esitetty syöksyjännitteet.
- Apupiirien syöksykestoajännite
  - a. Apupiirien, jotka saavat syöttönsä suoraan nimelliskäyttöjännitteisestä pääpiiristä ilman ylijännitesuojaa, on täytettävä edellisen kohdan (pääpiiri) alakohtien a) ja c) –vaatimukset

- b. Apupiireillä, jotka eivät saa syöttöään suoraan pääpiiristä, voi olla erilainen ylijännitekestävyys kuin pääpiirillä. Sellaisten vaihto- ja tasasähköpiirien ilmavälien ja vastaavien kiinteiden eristyksien on kestävä standardissa SFS-EN 60439-1 mukaan määräytyvä jännite.
- Ilmavälit
  - a. Ilmavälien on oltava riittävät, jotta piirit kestäisivät standardissa SFS-EN 60439-1 annetut testijännitteet
- Pintavälit
  - a. Eri likaantumisasteilla pintavälit eivät saa olla pienempiä kuin em. pintaväleihin liittyvät ilmavälit tietyllä likaantumisasteella.
  - b. Pintavälien on vastattava standardissa SFS-EN 60439-1 esitettyjä likaantumisasteita sekä vastaavia materiaaliluokkia nimellis-eristysjännitteellä
- Erillisten virtapiirien välinen etäisyys
  - a. Erillisten virtapiirien välisten ilma- ja pintavälien sekä kiinteiden eristyksien mitoittamiseen on käytettävä nimellisjännitteeltään suurimman piirin arvoja. (SFS-EN 60439-1.)

## 5.7. Mekaanisen toiminnan tarkastus

Tyypitestauksen edellyttävien osien ja komponenttien mekaaninen toimivuus tulee tarkastaa niiden keskukseen asentamisen jälkeen. Tätä tyypitestiä ei tarvitse suorittaa keskuksen sellaisille laitteilla, jotka on jo tyypitestattu niitä koskevien määräysten mukaisesti, edellyttäen, että asennustapa ei vaikuta epäedullisesti ko. laitteiden toimintaan. (SFS-EN 60439-1.)

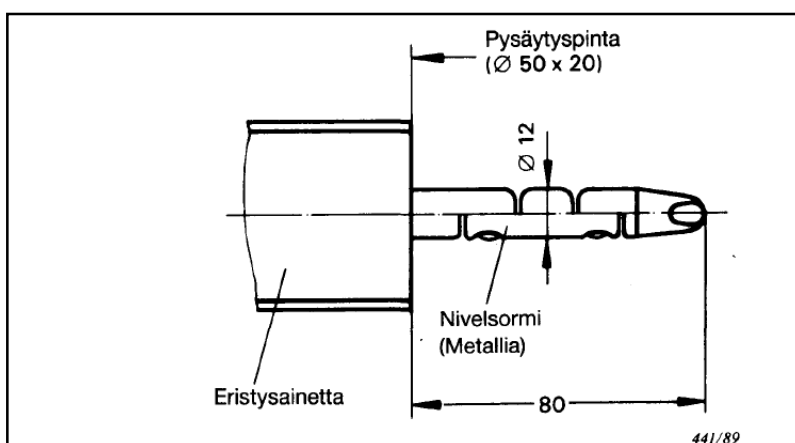
Testi katsotaan läpäistyksi, jos testin 50 toimintakerran jälkeen kojeiden, lukitusten, tms. toiminta ei ole huonontunut ja jos toimintaan tarvittava voima on käytännöllisesti katsoen sama kuin ennen testiä. Samalla tarkistetaan näihin toimintoihin liittyvien mekaanisten lukitusten toiminta. Ulosvedettävillä yksiköillä yhteen toimintakertaan sisältyy yksikön vetäminen käyttöasennosta erotusasentoon ja työntäminen jälleen käyttöasentoon. (SFS-EN 60439-1.)



## 5.8. Kotelointiluokan testaus

Keskuksen kotelointiluokka tulee tarkistaa standardin IEC 60529 mukaisesti. Tarvittaessa käytetään hyväksi ko. kojeistotyyppistä valmistettua, testeihin soveltuvaa testikappaletta. Kotelointiluokkien IP3X ja IP4X testauslaite sekä IP4X testissä käytettävä koteloinnin tukialusta on ilmoitettava testausraportissa. (SFS-EN 60439-1.)

Kosketussuojauksen testaus suoritetaan etäisyyskoettimella, jota painetaan koteloinnissa oleviin aukkoihin standardissa IEC 60529 ilmoitetulla voimalla. Etäisyyskoettimen muoto ja koko vaihtelee testattavan suojausluokan mukaan. Suojaus on hyväksyttävä, jos etäisyyskoettimen ja vaarallisten osien välillä säilyy riittävä etäisyys. Esimerkki etäisyyskoettimesta on esitetty kuvassa 5. (SFS-EN 60529.)



KUVA 5. IEC 60529 mukainen etäisyyskoetin. (SFS-EN 60529).

Keskuksen koteloinnin vesisuojaus suoritetaan standardin IEC 60529 mukaisesti. Kojeissa käytetään vesijohtovettä. Vesisuojauksen tasosta riippuen keskus altistetaan erilaisille vesisuihkuille tai jatkuvaan upotukseen. Testin hyväksyminen riippuu koteloinnin sisään tunkeutuneen veden määrästä. Mikäli koteloinnin sisällä on välittömästi veden sisääntunkeutumistestin jälkeen havaittavissa merkkejä vedestä, sähköinen lujuus on todettava jännitetestillä. (SFS-EN 60529.)

Edellä mainittujen testien lisäksi keskukselle voidaan tehdä myös pölykoe, riippuen halutun IP-luokituksen tasosta (SFS-EN 60529).

## 5.9 EMC testit

Keskuksien sähkömagneettista yhteensopivuutta tulee tarkastella sekä häiriönpäästön, että häiriönsiedon osalta. Keskukset valmistetaan tai kootaan useissa tapauksissa yksittäisrakenteiksi, joihin sisältyy kunkin käyttökohteen tarvitsema määrä laitteita ja komponentteja. Valmiita keskuksia ei vaadita testattaviksi häiriönsiedon eikä häiriönpäästön osalta, jos seuraavat edellytykset täyttyvät:

- Keskuksen laitteet ja komponentit täyttävät asianmukaisen ympäristön (A tai B) EMC vaatimukset kuten niitä koskevissa tuotestandardeissa tai yleisessä EMC-standardissa vaaditaan.
- Sisäinen johdotus ja asentaminen tehdään laitteiden ja komponenttien valmistajien ohjeita noudattaen (otetaan huomioon sijoittelu, häiriönsuojatut johtimet, maadoitus jne.). (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli edellä mainitut edellytykset eivät täyty, tulee keskuksen sähkömagneettinen yhteensopivuus tarkistaa (SFS-EN 60439-1).

Tavallisissa käyttöoloissa keskukset, joissa ei ole elektroniikkaosia sisältäviä piirejä, eivät ole arkoja normaaleille sähkömagneettisille häiriöille, eivätkä näin ollen vaadi häiriönsietotestausta. Mikäli keskus sisältää elektroniikkaosia sisältäviä piirejä, tulee häiriönsieto tarkistaa. Mikäli keskuksen elektroniikkaosat sisältävät ainoastaan passiivisia komponentteja (diodit, vastukset ym.) häiriönsietotestausta ei tarvitse suorittaa. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen elektroniikkaosien on täytettävä asianmukaisen tuotestandardin tai yleisen EMC-standardin mukaiset häiriönsietovaatimukset ja oltava sopivia keskuksen valmistajan ilmoittamaan EMC-ympäristöön (A tai B). Mikäli keskuksen elektroniikkaosat eivät täytä em. vaatimuksia, tulee keskuksen EMC-vaatimusten mukaisuus todettava testaamalla standardin SFS-EN 60439-1 liitteen H mukaisesti. (SFS-EN 60439-1.)

Keskukset, jotka eivät sisällä elektroniikkaosia sisältäviä piirejä, voivat kehittää sähkömagneettisia häiriöitä vain satunnaisesti kytkinlaitteita käytettäessä. Häiriöpäästöjen kesto-aika on muutamien millisekuntien suuruusluokkaa ja niiden ominaisuudet sekä seuraukset voidaan katsoa osaksi pienjänniteasennusten normaalia sähkömagneettista ym-

päristöä. Sähkömagneettista häiriönpäästöä koskevat vaatimukset katsotaan tämän vuoksi täytetyiksi, eikä päästöjä tarvitse määritellä. (SFS-EN 60439-1.)

Mikäli keskus sisältää elektroniikkaosia sisältäviä piirejä, tulee tarkistaa, että elektronikkalaitteet täyttävät asianmukaisen tuotestandardin tai yleisen EMC-standardin vaatimukset ja ovat sopivia valmistajan ilmoittamaan EMC-ympäristöön (A tai B). (SFS-EN 60439-1.)

Suuritaajuisia, yli 9kHz elektroniikkapiirejä (esim. hakkurivirtalähteet) sisältävät keskuksat voivat tuottaa jatkuvia sähkömagneettisia häiriöitä. Tällaiset häiriöpäästöt eivät saa ylittää asianomaisessa tuotestandardissa määrättyjä rajoja tai niiden on perustuttava standardin SFS-EN 60439-1 liitteessä H annettuihin häiriönpäästön arvoihin. (SFS-EN 60439-1.)

Matalataajuisia, alle 9kHz harmonisia yliaaltoja, jakeluverkkoon syöttävän keskuksen elektronisten piirien on täytettävä soveltuvin osin standardin IEC 6100-3-2 vaatimukset. (SFS-EN 60439-1.)

## **5.10 Eristysaineiden poikkeuksellisen lämmön ja tulen kestävyys tarkastaminen**

Poikkeuksellinen kuumuus ja tuli eivät saa vaikuttaa haitallisesti keskuksen eristysaineisiin osiin, jotka voivat altistua sähköisen ilmiön aiheuttamille lämpörasituksille. Edellä mainitut tekijät eivät myöskään saa aiheuttaa eristysaineen rappeutumista, joka näin voisi heikentää keskuksen turvallisuutta. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen eristysaineiden poikkeuksellisen lämmön ja tulen kestävyys tulee tarkastaa ns. hehkulankatestillä. Hehkulankatesti on suoritettava standardin IEC 60695-mukaisesti. Eristysaineiset osat, jotka pitävät virtaa johtavia osia paikoillaan, on testattava hehkulangan kärjen lämpötilan ollessa 960°C. (SFS-EN 60439-1.)

Testi voidaan suorittaa:

1. keskuksen täydelliselle osalle,
2. osalle, joka on otettu täydellisestä osasta,
3. samasta materiaalista tehdyille vastaava paksuiselle testikappaleelle (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen osat tai komponentit, jotka on jo aikaisemmin testattu omien tuotestandardiensa tai SFS-EN 60439-1 –standardin mukaisesti ei tarvitse testata. Pienien osien (enintään 14 x 14mm) testaukseen, standardi SFS-EN 6049-1 antaa mahdollisuuden soveltaa myös erilaista testausta, esimerkiksi neulaliekkitestistä standardin IEC 60695-2-2 mukaisesti. Neulaliekkitesti voi olla soveltuva myös muista käytännön syistä, jos esimerkiksi osan metalliaine on laaja verrattuna eristysaineen kokoon. (SFS-EN 60439-1.)

## **5.11 Kappaletestit**

### **5.11.1 Keskuksen ja sen johdotuksen tarkastus**

Keskuksen mekaanisesti toimivien järjestelmien, lukitusten, lukkojen tms. asianmukainen toiminta on tarkistettava. Kaapelien ja johtimien oikea sijoittelu ja laitteiden oikea asennus on tarkistettava. Ilmoitetun kotelointiluokan sekä ilma- ja pintavälien silmämääräinen tarkastus on myös tarpeellista. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen liitokset tulee tarkastaa riittävän kosketuksen saamiseksi. Testit voidaan suorittaa pistotestein. Tarkastuksissa tulee huomioida erityisesti ruuviliitosten oikea asennus. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksesta tulee tarkastaa, että sen merkinnät ja arvokilvet ovat täydellisiä ja että keskus vastaa annettuja tietoja. Lisäksi on tarkastettava, että keskus vastaa valmistajan antamia piiri- ja johdotuskaavioita, kokoonpanokuvaa, teknisiä tietoja jne. (SFS-EN 60439-1.)

Riippuen keskuksen monimutkaisuudesta, saattaa olla tarpeellista tarkastaa keskuksen johdotus ja tehdä sähköinen toimintatesti. Testausmenetelmä sekä suoritettavien testien lukumäärä riippuvat siitä, missä määrin keskukseen kuuluu lukituksia ja automatiikkaa. (SFS-EN 60439-1.)

### 5.11.2 Eristetesti

Keskukselle tulee suorittaa eristetesti, ellei kyseessä ole tyyppitestattu keskus, jonka eristysresistanssi on jo määritetty standardin SFS-EN 60439-1 vaatimusten mukaisesti. Testiä ei tarvitse suorittaa tyyppitestatun tai osittain tyyppitestatun keskuksen apupiireille, jotka on suojattu enintään 16A nimellisvirtaisella oikosulkusuojalaitteella, jos testiä edeltävä sähköisen toiminnan testi on tehty apupiireille suunnitellulla nimellisjännitteellä. (SFS-EN 60439-1.)

Keskuksen kaikki sähkölaitteet tulee testata, lukuun ottamatta kojeita, jotka asianomaisten määräysten mukaisesti on suunniteltu alhaisemmalle testijännitteelle (esimerkiksi mittauslaitteet ja käämit) sekä virtaa kuluttavia kojeita, joissa testijännitteen kytkeminen aiheuttaisi sähkövirran. Tällaiset kojeet tulee testin ajaksi erottaa avaamalla syöttö- ja lähtöliittimet. Mikäli kojeita ei ole suunniteltu kestävään täyttä testijännitettä, voidaan ne erottaa molemminpuolisesti. Huomioitavaa on, että jännitteisten ja jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien välille kytkettyjä häiriönpistokondensaattoreita ei eroteta, vaan niiden on kestävä jännitetesti. (SFS-EN 60439-1.)

Standardi SFS-EN 60439-1 esittää vaatimuksia testijännitteelle riippuen siitä, onko valmistaja ilmoittanut nimellissyöksykestoja jännitteen  $U_{imp}$  vai ei. Testi katsotaan läpäisytyksi, mikäli läpi- tai ylilyöntiä ei tapahdu. (SFS-EN 60439-1.)

### 5.11.3 Suojamenetelmien ja suojamaadoituspiirien sähköisen jatkuvuuden tarkastus

Keskuksen kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus on tarkistettava, jotta varmistutaan, että keskuksen suojaus normaalissa tapauksessa sekä vikatapauksessa toimii. Suojamaadoituspiirit tulee tarkastaa, jotta varmistutaan, että standardissa SFS-EN 60439-1 määrätyt toimenpiteet on täytetty. Erityisesti ruuviliitoksiin tulee kiinnittää huomiota (esimerkiksi pistokokein), riittävän kosketuksen varmistamiseksi. (SFS-EN 60439-1.)

#### **5.11.4 Eristysresistanssin määrittäminen**

Osittain tyyppitestatulle keskukselle, jolle ei ole tehty eristetestiä tai jännitetestä, on tehtävä eristysresistanssimittaus vähintään 500V jännitteellä. Testin ajaksi tulee kytkeä ne laitteet irti, jotka ovat omien erityisvaatimustensa mukaisesti testijännitteellä virtaa kuluttavia kohteita (esimerkiksi käämit ja mittauslaitteet). Myös ne laitteet jotka eivät ole suunniteltu täydelle testijännitteelle, on kytkettävä irti. (SFS-EN 60439-1.)

Testitulosta pidetään riittävän hyvänä, jos jännitteisten osien ja jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien välinen eristysresistanssi on jokaisessa piirissä vähintään 1000  $\Omega/V$  verrattuna kyseisen piirin nimellisjännitteeseen maata vasten. (SFS-EN 60439-1.)

## 6 VASTUU JA VALVONTA

### 6.1. Valmistajan vastuu

Euroopan talousalueen yhtäläiset turvallisuusvaatimukset sähkölaitteiden turvallisuudelle edellyttävät, että laitteet eivät saa aiheuttaa vaaraa ihmisten terveydelle, ympäristölle tai omaisuudelle. Ensisijainen vastuu sähkölaitteiden turvallisuudesta on valmistajilla ja maahantuojilla. (Tukes, 2011.)

Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan vastuu on jokaisella sähkölaitteen luovuttajalla. Vastuu koskee valmistajaa, tukkumyyntiporrasta, vähittäiskauppaa aina kirpputori-myyjään asti. (Tukes, 2011.)

### 6.2. CE-merkintä

CE-merkintä on sähkölaitteen valmistajan oma viesti viranomaisille ja asiakkaille siitä, että laite on valmistettu vaatimusten mukaisesti. CE-merkitystä sähkölaitteesta ei edellytetä laitteen valmistajalta puolueettomia turvallisuustestejä. Kuvassa 6 on esitetty CE-merkintä. (Tukes, 2011.)



KUVA 6. CE-merkki (Tukes, 2011).

CE-merkityistä laitteista tulee olla tekninen tiedosto, jossa on yleiskuvaus laitteesta. Tiedoston tulee sisältää yleiset suunnittelu- ja valmistuspiirrokset sekä kaaviot komponenteista, asennusosista ja piireistä. Tämän lisäksi viranomaiset voivat vaatia luettelon noudatetuista standardeista tai muista käytetyistä turvallisuusratkaisuista. Selonteos-

sa tulee olla mukana suunnittelulaskemien ja selvitysten tulokset, testausraportit ja jäljennös vaatimuksenmukaisuusvakuutuksesta. CE-merkityt sähkölaitteet saavat liikkua vapaasti Euroopan talousalueella. (Tukes, 2011.)

## 6.2. FI-merkki

FI-merkki on Suomessa hyvin tunnettu sertifiointimerkki. Toisin kuin CE-merkinnässä, FI-merkin saaminen edellyttää aina testausta pätevässä testauslaboratoriossa. FI-sertifioitu tuote täyttää aina direktiivin turvallisuusvaatimukset. FI-merkittyjä tuotteita valvotaan valmistus- ja myyntipaikoilla. Kuvassa 7 on esitetty FI-merkki. (Inspecta, 2011.)



KUVA 7. FI-merkki (Inspecta, 2011).

FI-merkin myöntämisen ehdot:

- Kirjallinen tilaus
- Tyypitestausta päteväksi todetussa testauslaboratoriossa
- Sertifiointiarviointi ja -päätös joko SGS Fimkossa tai Inspectassa. (Inspecta, 2011.)

FI-sertifiointin voimassaolon edellytykset:

- Vuosittaisia tuotannon auditointeja
- Tuotteen valmistaminen tyyppitestatun kaltaisena
- Vuosittainen tuotetyyppikohtainen FI-ylläpitomaksu
- Laadunvalvonnan ja pistokokeiden läpäiseminen. (Inspecta, 2011.)



FI-merkkiä saa käyttää tuotteissa, joilla on voimassaoleva SGS Fimko Oy:n tai Inspecta Oy:n myöntämä FI-sertifikaatti sekä asennuksissa (kuten hissit), jotka ovat Inspecta Oy:n tarkastamia. (Inspecta, 2011.)

FI-turvallisuusmerkki tunnetaan kaikissa Euroopan talousalueen maissa ja se antaa pohjan lukuisien muiden maiden sertifioinnille. Valmistajan kannalta FI-merkki on vahva myyntivaltti kovassa kilpailussa, niin Suomessa, kuin muuallakin Euroopassa. (Inspecta, 2011.)

## 8 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tehdä esiselvitys jakokeskusten suunnitteluun, kokoonpanoon ja tarkastuksiin liittyvästä normistosta liiketoimintasuunnitelman pohjaksi. Työtä lähdettiin tekemään puhtaalta pöydältä, sillä työn teettäjällä ja työn tekijällä ei ollut aiheesta aiempaa taustatietoa.

Koska jakokeskuksiin kohdistuvat vaatimukset tulevat jakokeskusstandardisarjasta SFS-EN 60439, oli lähdemateriaali helposti löydettävissä. Vaikka kyseessä on vain yksi standardisarja, on aihe laaja ja sisältää paljon yksityiskohtia sekä viittauksia muihin standardeihin. Näiden yksityiskohtien työstäminen ja arvioiminen järkeväksi paketiksi oli työn haastavin osuus.

Työn aikana mielenkiinto aiheeseen oli vaihtelevaa. Kun lähdin työtä tekemään, ei aihe tuntunut kaikista mielenkiintoisimmalta. Kuitenkin kun asiaan pääsi hieman sisälle, työn tekemiseen syntyi kipinä. Vaikka mielenkiinto työtä kohtaan tiettyinä aikoina olikin pohjamudissa, jäi päällimmäiseksi tunteeksi kiinnostus aiheeseen. Niin monia asioita vielä haluaisin työstä hioa.

Työstä muotoutui hieman erilainen, mitä alun perin ajattelin tekeväni. SFS-EN 60439-standardisarjan erääntyvän voimassaoloajan ja uuden standardisarjan julkaisemisen kannalta ei ollut järkevää tehdä liian yksityiskohtaisia testausohjeita. Kuitenkin uskon, että työ toimii hyvänä esitutkimuksena jakokeskusten valmistusta ja testauksia harkitseville tahoille. Toivon, että työstä on hyötyä tilaajayritykselle ja muille aiheesta kiinnostuneille.

Haluan kiittää tilaajayritystä mahdollisuudesta opinnäytetyön tekemiseen. Lisäksi haluan kiittää perhettäni terveestä painostuksesta työn loppuun saattamisessa.

## LÄHTEET

Fibox Oy Ab. 2013. Ohjauskeskukset. Luettu 13.2.2013.

[http://www.fibox.fi/36/Ohjauskeskukset\\_FIN1.html](http://www.fibox.fi/36/Ohjauskeskukset_FIN1.html)

Inspecta. 2011. FI-merkki. Luettu 10.2.2013.

<http://www.fi-merkki.fi/miksi-fi-merkki/valmistaja/>

Kauppila, J. tekninen asiantuntija. 2012. Sähköasennustekniikkapäivät 2012. Luento 26.9.2012. Tampere.

Ollila, H. 2012. Jakokeskuksen asennukset. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Oulun teollisuuskojeistot Oy. 2011. Kilpi. Luettu 17.2.2013.

<http://www.outeko.fi/galleria.php>

SFS - EN 60439-1:1999. 1999. Jakokeskukset. Osa 1: Tyypitestattujen ja osittain tyypitestattujen keskusten vaatimukset. Suomen standardisoimisliitto SFS. 1999. Helsinki: SFS.

SFS - EN 60445-1:2007. 2007. Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle. Laiteliittimien, johdinpäiden ja johtimien tunnistaminen. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2007. Helsinki: SFS.

SFS - EN 60529:2000. 2000. Sähkölaitteiden koteloitiluokat (IP-koodi). Suomen standardisoimisliitto SFS. 2000. Helsinki: SFS.

SFS - EN 62208:2004. 2004. Tyhjät koteloinnit jakokeskuskäyttöön. Yleiset vaatimukset. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2004. Helsinki: SFS.

SFS-KÄSIKIRJA 600. 2007. 1. Painos. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2007. Helsinki: SFS.

TUKES. 2011. Sähkölaitteiden CE-merkki. Luettu 12.1.2013.

[http://www.tukes.fi/sahkotuoteopas/CE\\_merkki.htm](http://www.tukes.fi/sahkotuoteopas/CE_merkki.htm)

TUKES. 2011. Sähkölaitteiden valmistajat ja maahantuojaat vastaavat turvallisuudesta.

Luettu 5.1.2013. <http://www.tukes.fi/sahkotuoteopas/sahkolaitteiden.html>

Utu Elec Oy. 2008. Ryhmäkeskus IP30 uppoasennukseen ovella. Luettu 20.1.2013.

<http://www.utuelec.fi/sivu.aspx?id=456&taso=3&pid=19399>

Uusia jakokeskusstandardeja. 2000. SESKO ry. Luettu 12.11.2012.

[http://www.sesko.fi/portal/fi/ajankohtaista/uudet\\_julkaisut?bid=373](http://www.sesko.fi/portal/fi/ajankohtaista/uudet_julkaisut?bid=373)